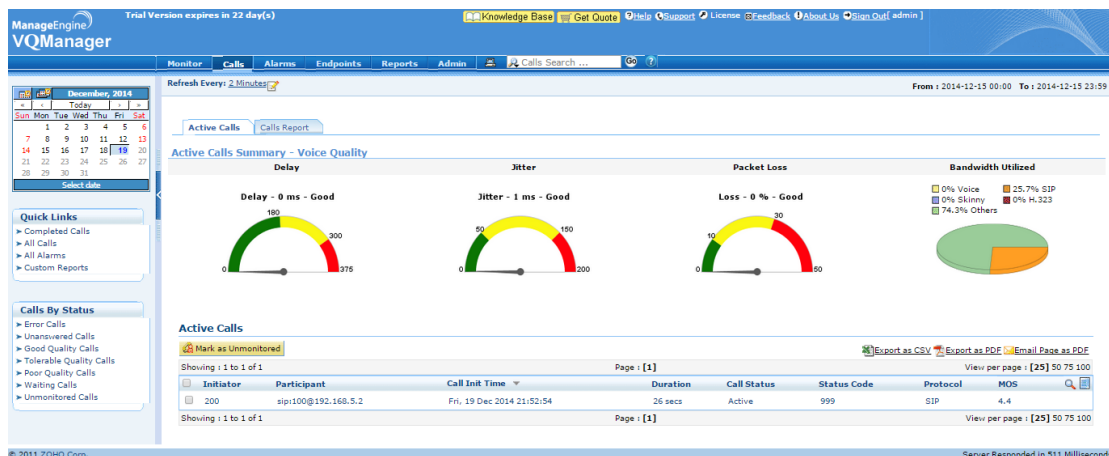


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis akan memperlihatkan beberapa tampilan pada saat melakukan pengujian panggilan, dari tampilan perangkat lunak VQManager, tampilan pada saat melakukan transfer file menggunakan *ftp* dan penggunaan aplikasi ApacheBench.



**Gambar 4.1** Tampilan utama VQManager



**Gambar 4.2** Pemantauan panggilan aktif



Gambar 4.3 Hasil pengujian

Gambar 4.1 menunjukkan tampilan halaman utama dari VQManager, terlihat pada halaman tersebut, rekaman data dalam sehari, mulai dari jumlah panggilan, *delay*, *jitter* dan informasi penting lainnya secara menyeluruh.

Gambar 4.2 menunjukkan tampilan halaman dari menu calls, pada halaman ini peneliti dapat melakukan pemantauan berdasarkan parameter terhadap panggilan yang sedang berlangsung.

Gambar 4.3 menunjukkan ringkasan panggilan yang telah terjadi, pada halaman ini penulis mengumpulkan data nilai dari *jitter*, *delay* dan *packet loss* dari tiap panggilan.

```

Kurniawan — ftp — 80x24
Last login: Fri Dec 19 23:03:02 on ttys010
Machi:~ Kurniawan$ ftp 192.168.5.2
Connected to 192.168.5.2.
220 (vsFTPd 3.0.2)
Name (192.168.5.2:Kurniawan): krn
331 Please specify the password.
Password:
230 Login successful.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> cd Desktop/hoho
250 Directory successfully changed.
ftp> get FreePBX-5.211.65-11-i386-Full-1397328959.iso
local: FreePBX-5.211.65-11-i386-Full-1397328959.iso remote: FreePBX-5.211.65-11-i386-Full-1397328959.iso
229 Entering Extended Passive Mode (|||7469|).
150 Opening BINARY mode data connection for FreePBX-5.211.65-11-i386-Full-1397328959.iso (951441408 bytes).
25% |*****
| 229 MiB 19.12 MiB/s 00:35 ETA

```

Annotations in the image:

- Ukuran file yang akan di transfer (points to the filename)
- kecepatan transfer (points to 19.12 MiB/s)
- perkiraan selesai transfer file (points to 00:35 ETA)
- Persentase proses pengiriman (points to 25%)

**Gambar 4.4** Sambungan ftp

Gambar 4.4 merupakan tampilan saat penulis melakukan pengambilan file melalui *ftp* guna membebani jaringan. Pada gambar tersebut terlihat ukuran file yang akan diambil, persentase proses pengiriman file, kecepatan transfer dan perkiraan selesai transfer file.

```

Kurniawan — bash — 77x45
Machi:~ Kurniawan$ ab -n 100 -c 10 http://192.168.5.2/
This is ApacheBench, Version 2.3 <Revision: 655654 >
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 192.168.5.2 (be patient).....done

Server Software:      Apache/2.4.7
Server Hostname:     192.168.5.2
Server Port:         80

Document Path:       /
Document Length:     967 bytes

Concurrency Level:   10
Time taken for tests: 0.360 seconds
Complete requests:   100
Failed requests:     0
Write errors:        0
Total transferred:   115600 bytes
HTML transferred:    96700 bytes
Requests per second: 277.62 [#/sec]
Time per request:    36.021 [ms] (mean)
Time per request:    3.602 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       313.41 [Kbytes/sec] received

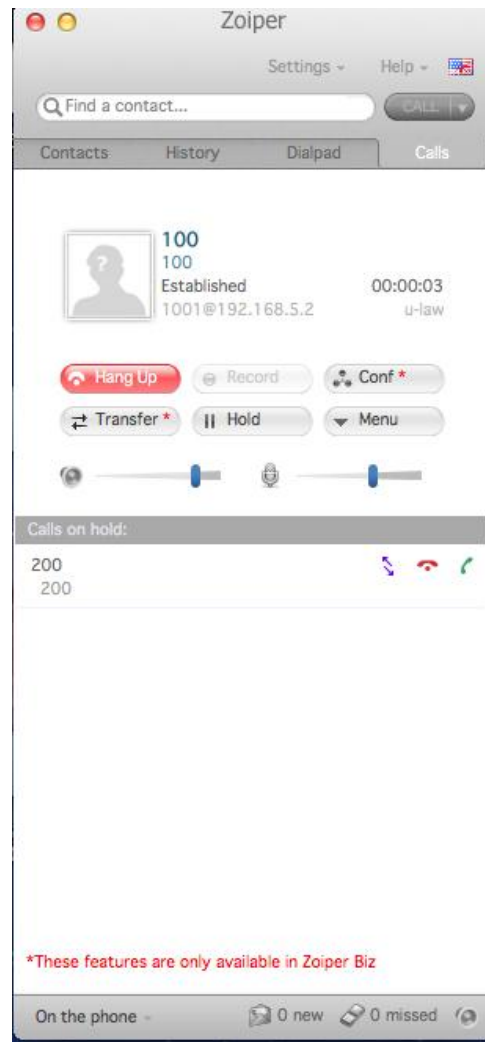
Connection Times (ms)
  min  mean[+/-sd] median  max
Connect:    1  27  21.2   18   91
Processing:  0   8  25.4    0   89
Waiting:    0   6  20.6    0   73
Total:      11  36  26.1   20   91

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%  20
 60%  41
 75%  54
 80%  61
 90%  90
 95%  90
 98%  91
 99%  91
100%  91 (longest request)
Machi:~ Kurniawan$

```

**Gambar 4.5** Menjalankan ApacheBench

Gambar 4.5 menunjukkan tampilan pada saat penulis melakukan perintah menggunakan ApacheBench, fungsi ApacheBench dalam penelitian ini sama seperti transfer file pada *ftp*, yaitu melakukan pembebanan terhadap jaringan. Gambar 4.6 merupakan tampilan dari *softphone* yang dipakai pada penelitian ini. Terlihat pada gambar tersebut, perangkat lunak Zoiper sedang melakukan panggilan.



**Gambar 4.6 Tampilan softphone Zoiper**

Setelah melakukan pengujian terhadap aplikasi *VoIP (Voice over Internet Protocol)* berdasarkan skenario pengujian yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, penulis akan menampilkan hasil pengujian yang didapatkan dan melakukan analisis terhadap hasil pengujian tersebut.

## 4.1 Hasil Pengujian

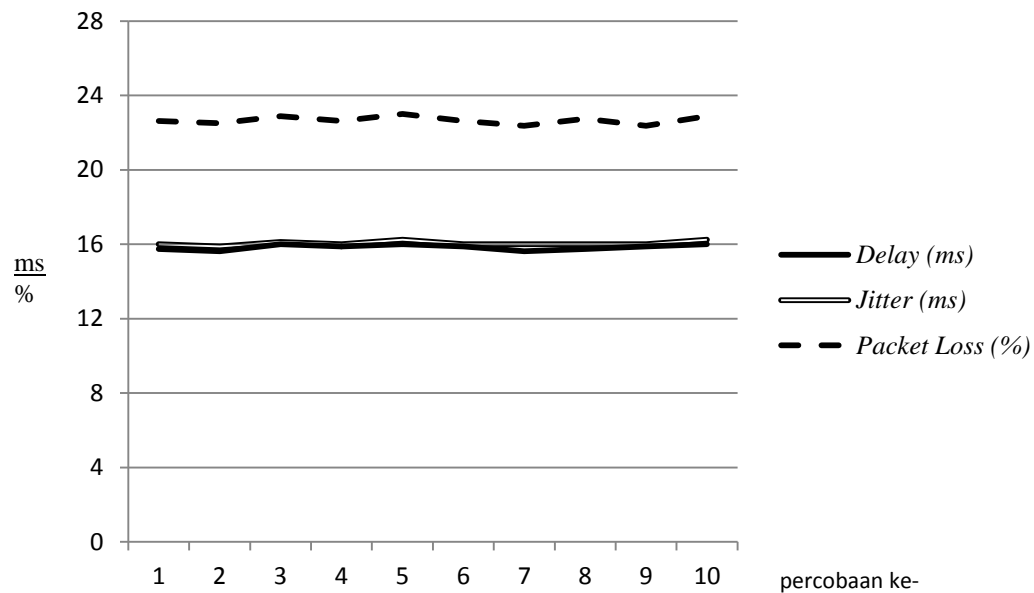
### 4.1.1 Skenario Pengujian dengan *bandwidth* 128 Kbps

#### a. Skenario Jaringan Tanpa *MPLS*

Hasil pengujian skenario jaringan tanpa *MPLS* dengan batasan *bandwidth* 128 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.7.

**Tabel 4.1** Pengujian skenario jaringan tanpa *MPLS* dengan bandwidth 128 Kbps.

Percobaan ke-	<i>Rata-rata Delay</i> (ms)	<i>Rata-rata Jitter</i> (ms)	<i>Rata-rata Packet loss</i> (%)
1	15.75	16	22.625
2	15.625	15.875	22.5
3	16	16.125	22.875
4	15.875	16	22.625
5	16	16.25	23
6	15.875	16	22.625
7	15.625	16	22.375
8	15.75	16	22.75
9	15.875	16	22.375
10	16	16.25	22.875



**Gambar 4.7** Grafik jaringan tanpa *MPLS* dengan bandwidth 128 *Kbps*.

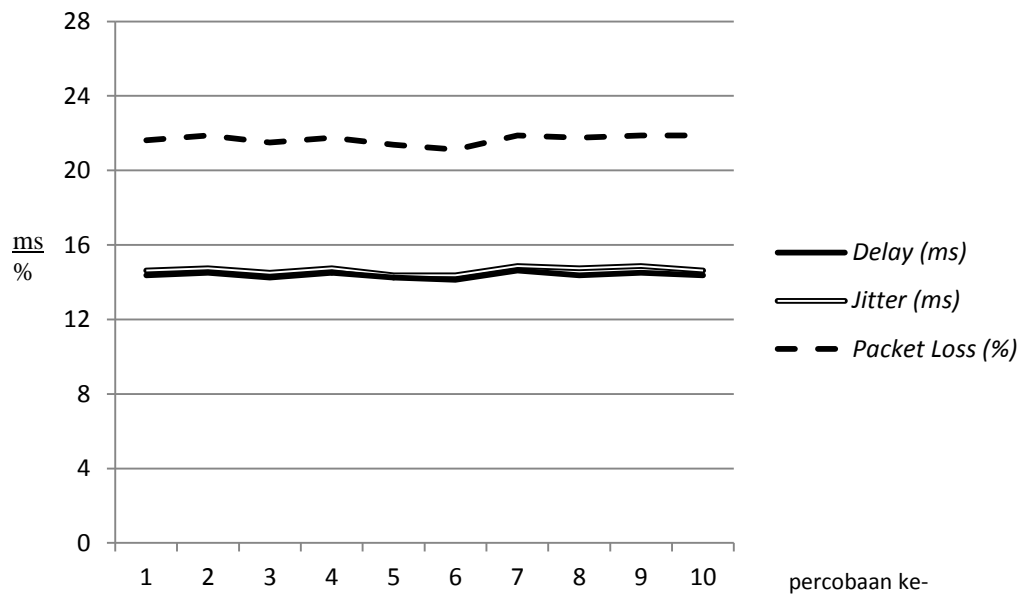
b. Skenario jaringan dengan *MPLS*

Hasil pengujian skenario jaringan dengan *MPLS* dengan batasan *bandwidth* 128 *Kbps* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.8.

**Tabel 4.2** Pengujian skenario jaringan *MPLS* dengan *bandwidth* 128 *Kbps*.

Percobaan ke-	Rata-rata Delay (ms)	Rata-rata Jitter (ms)	Rata-rata Packet loss (%)
1	14.375	14.625	21.625
2	14.5	14.75	21.875
3	14.25	14.5	21.5
4	14.5	14.75	21.5
5	14.25	14.375	21.375
6	14.125	14.375	21.125
7	14.625	14.875	21.875
8	14.375	14.75	21.75

9	14.5	14.875	21.875
10	14.375	14.625	21.875



**Gambar 4.8** Grafik jaringan MPLS dengan *bandwidth* 128 Kbps.

#### 4.1.2 Skenario Pengujian Dengan *Bandwidth* 256 Kbps

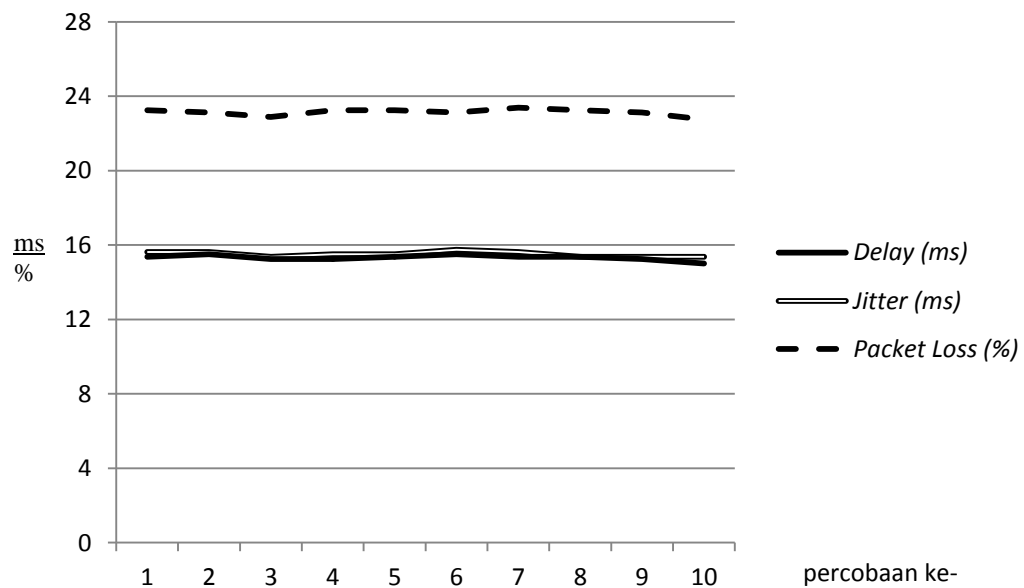
##### a. Skenario Jaringan Tanpa MPLS

Hasil pengujian skenario jaringan tanpa MPLS dengan batasan *bandwidth* 256 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.9.

**Tabel 4.3** Pengujian skenario jaringan tanpa MPLS dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Percobaan ke-	Rata-rata Delay (ms)	Rata-rata Jitter (ms)	Rata-rata Packet loss (%)
1	15.375	15.625	23.25
2	15.5	15.625	23.125
3	15.25	15.375	22.875

4	15.25	15.5	23.25
5	15.375	15.5	23.25
6	15.5	15.75	23.125
7	15.375	15.625	23.375
8	15.375	15.375	23.25
9	15.25	15.375	23.125
10	15	15.375	22.75



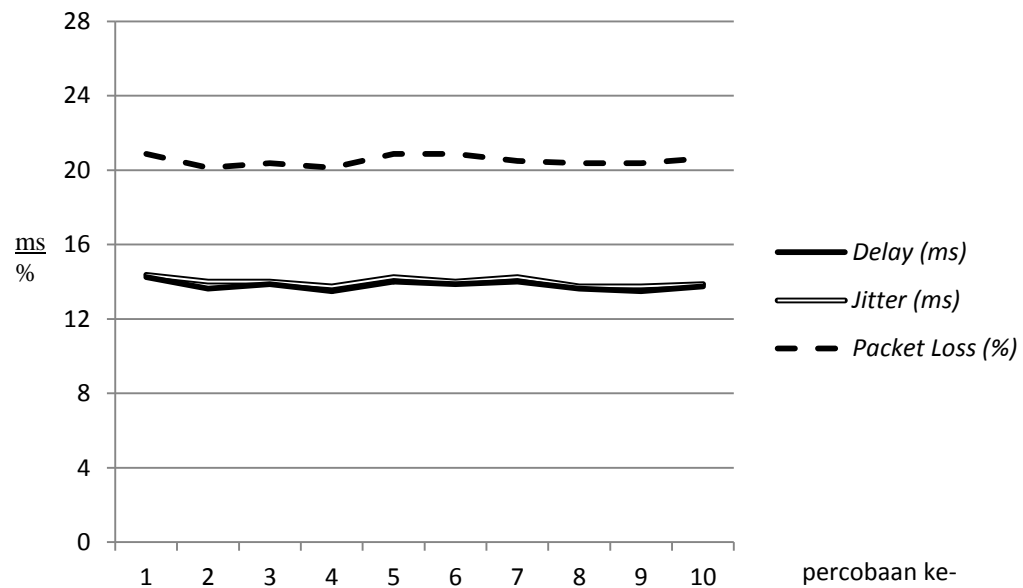
**Gambar 4.9** Grafik jaringan tanpa MPLS dengan *bandwidth* 256 Kbps.

b. Skenario jaringan dengan *MPLS*

Hasil pengujian skenario jaringan dengan *MPLS* dengan batasan *bandwidth* 256 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.10.

**Tabel 4.4** Pengujian skenario jaringan *MPLS* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Percobaan ke-	<i>Rata-rata Delay</i> (ms)	<i>Rata-rata Jitter</i> (ms)	<i>Rata-rata Packet loss</i> (%)
1	14.25	14.375	20.875
2	13.625	14	20.125
3	13.875	14	20.375
4	13.5	13.75	20.125
5	14	14.25	20.875
6	13.875	14	20.875
7	14	14.25	20.5
8	13.625	13.75	20.375
9	13.5	13.75	20.375
10	13.75	13.875	20.625

**Gambar 4.10** Grafik jaringan *MPLS* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

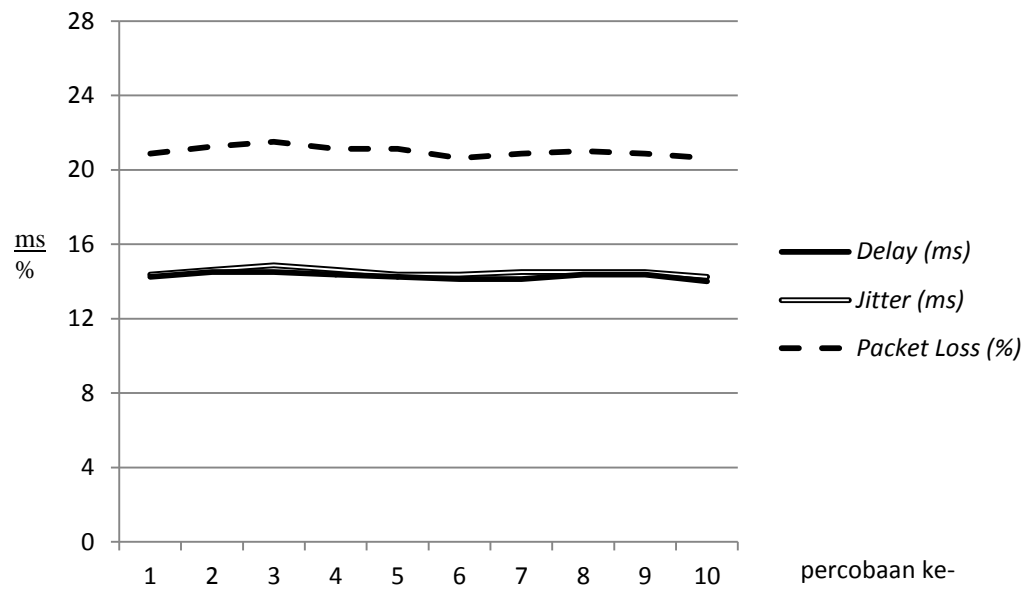
### 4.1.3 Skenario Pengujian Dengan *Bandwidth* 512 Kbps.

#### a. Skenario Jaringan Tanpa *MPLS*

Hasil pengujian skenario jaringan tanpa *MPLS* dengan batasan *bandwidth* 512 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.11.

**Tabel 4.5** Pengujian skenario jaringan tanpa *MPLS* dengan *bandwidth* 512 Kbps.

Percobaan ke-	<i>Rata-rata Delay</i> (ms)	<i>Rata-rata Jitter</i> (ms)	<i>Rata-rata Packet loss</i> (%)
1	14.25	14.375	20.875
2	14.5	14.625	21.25
3	14.5	14.875	21.5
4	14.375	14.625	21.125
5	14.25	14.375	21.125
6	14.125	14.375	20.625
7	14.125	14.5	20.875
8	14.375	14.5	21
9	14.375	14.5	20.875
10	14	14.25	20.625



**Gambar 4.11** Grafik jaringan tanpa *MPLS* dengan *bandwidth* 512 Kbps.

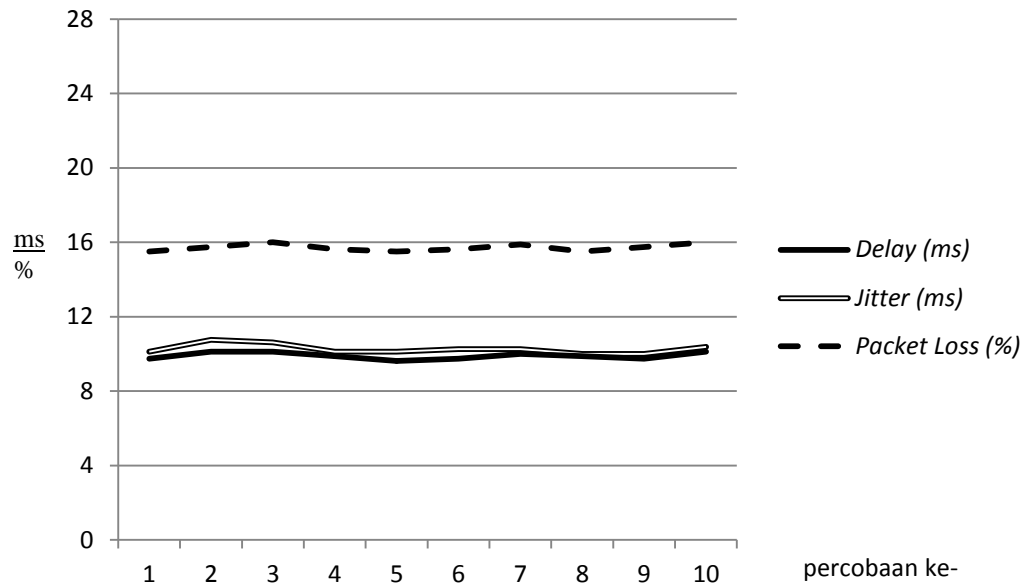
b. Skenario Jaringan Dengan *MPLS*

Hasil pengujian skenario jaringan dengan *MPLS* dengan batasan *bandwidth* 512 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.12.

**Tabel 4.6** Pengujian skenario jaringan *MPLS* dengan *bandwidth* 512 Kbps.

Percobaan ke-	Rata-rata Delay (ms)	Rata-rata Jitter (ms)	Rata-rata Packet loss (%)
1	9.75	10.125	15.5
2	10.125	10.75	15.75
3	10.125	10.625	16
4	9.875	10.125	15.625
5	9.625	10.125	15.5
6	9.75	10.25	15.625
7	10	10.25	15.875

8	9.875	10	15.5
9	9.75	10	15.75
10	10.125	10.375	16



**Gambar 4.12** Grafik jaringan MPLS dengan *bandwidth* 512 Kbps.

## 4.2 Analisis Perbandingan Parameter

Dengan hasil yang telah digambarkan oleh tabel-tabel dan grafik-grafik di atas, dapat dilakukan analisis perbandingan dengan menggunakan parameter *delay*, *jitter* dan *packet loss*.

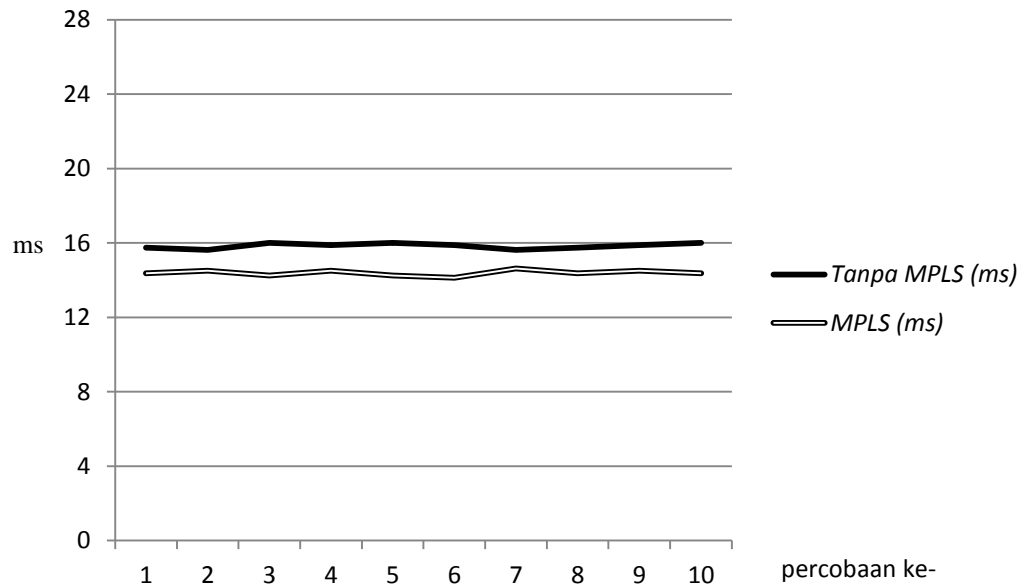
### 4.2.1 Delay

#### a. Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 128 Kbps

Perbandingan *delay* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 128 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.13.

**Tabel 4.7** Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 128 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	15.75	14.375
2	15.625	14.5
3	16	14.25
4	15.875	14.5
5	16	14.25
6	15.875	14.125
7	15.625	14.625
8	15.75	14.375
9	15.875	14.5
10	16	14.375

**Gambar 4.13** Grafik perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 128 Kbps.

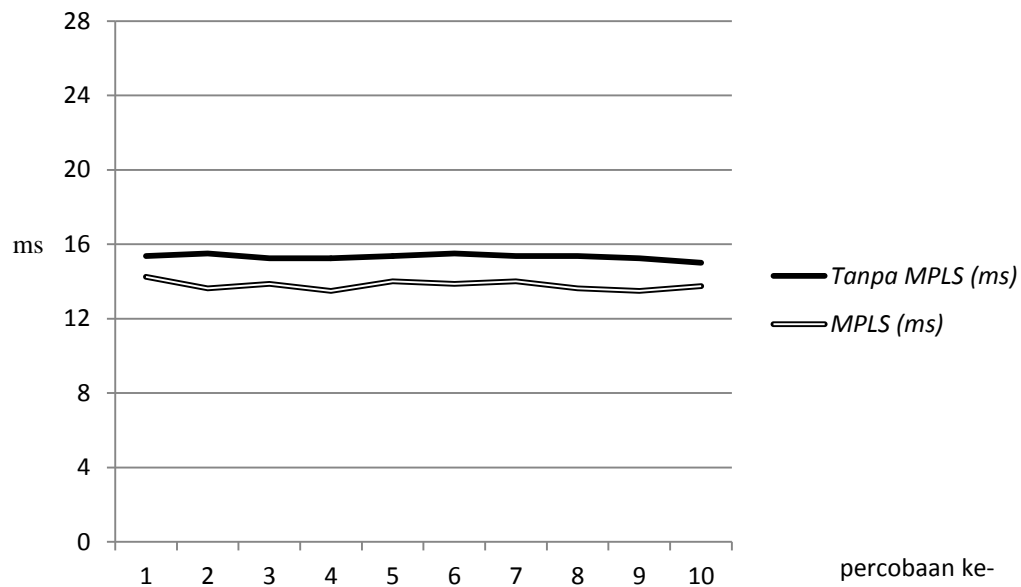
Berdasarkan Tabel 4.7, rata-rata delay pada simulasi jaringan tanpa MPLS adalah 15,8375 ms, sedangkan rata-rata delay pada simulasi jaringan MPLS adalah 14,3875 ms. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan MPLS dalam memproses paket paket data VoIP 9,16% lebih baik daripada jaringan tanpa MPLS.

b. Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 256 Kbps

Perbandingan *delay* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 256 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.14.

**Tabel 4.8** Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	15.375	14.25
2	15.5	13.625
3	15.25	13.875
4	15.25	13.5
5	15.375	14
6	15.5	13.875
7	15.375	14
8	15.375	13.625
9	15.25	13.5
10	15	13.75



**Gambar 4.14** Grafik perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.8, simulasi jaringan tanpa MPLS memiliki rata-rata *delay* sebesar 15,325 ms, sedangkan simulasi jaringan dengan menggunakan MPLS memiliki rata-rata sebesar 13,8 ms. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata *delay* nilainya sedikit lebih kecil di bandingkan pada simulasi dengan *bandwidth* 128 Kbps. Tetapi jaringan dengan menggunakan teknologi MPLS masih lebih unggul dibandingkan dengan jaringan tanpa MPLS dengan perbedaan sekitar 9,95%.

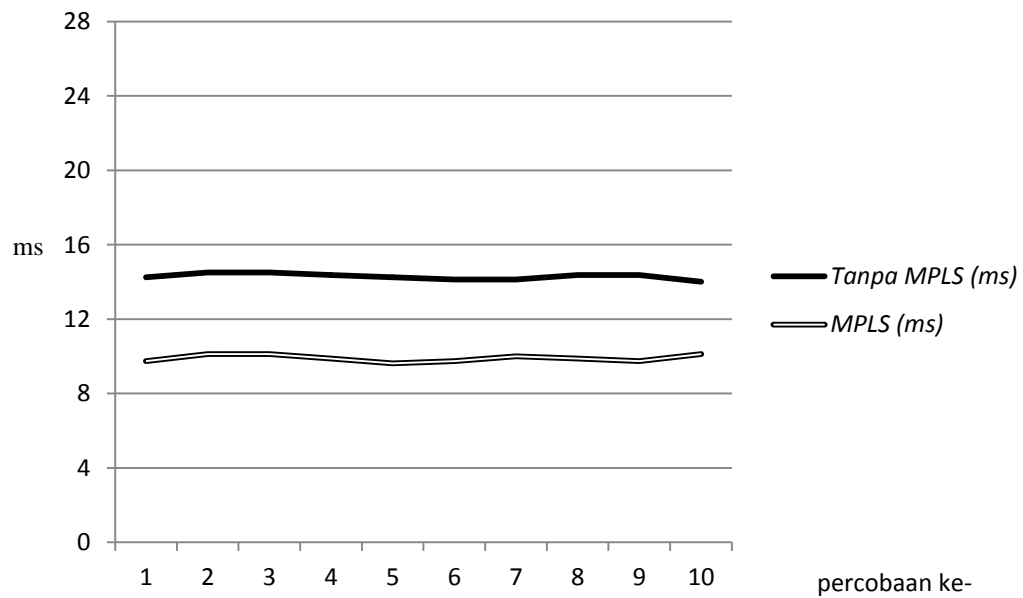
c. Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 512 Kbps

Perbandingan *delay* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 512 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.15.

**Tabel 4.9** Perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 512 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	14.25	9.75
2	14.5	10.125

3	14.5	10.125
4	14.375	9.875
5	14.25	9.625
6	14.125	9.75
7	14.125	10
8	14.375	9.875
9	14.375	9.75
10	14	10.125



**Gambar 4.15** Grafik perbandingan *delay* dengan *bandwidth* 512 Kbps.

Penurunan rata-rata nilai *delay* dari *bandwidth* 256 Kbps ke 512 Kbps lebih banyak daripada penurunan rata-rata nilai *delay* dari 128 Kbps ke 256 Kbps, meskipun demikian penurunan rata-rata nilai *delay* jaringan MPLS jauh lebih besar daripada jaringan tanpa MPLS. Dibuktikan dengan perbedaan rata-rata nilai *delay* sebesar 30.7% dengan keunggulan jaringan MPLS.

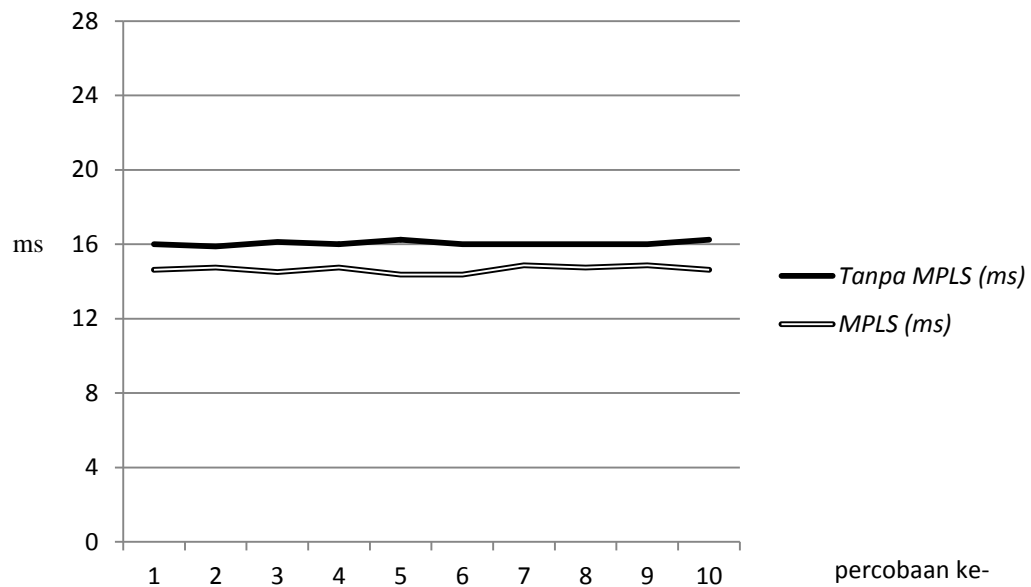
#### 4.2.2 Jitter

a. Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 128 Kbps

Perbandingan *jitter* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 128 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.16.

**Tabel 4.10** Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 128 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	16	14.625
2	15.875	14.75
3	16.125	14.5
4	16	14.75
5	16.25	14.375
6	16	14.375
7	16	14.875
8	16	14.75
9	16	14.875
10	16.25	14.625



**Gambar 4.16** Grafik perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 128 Kbps.

Keunggulan jaringan MPLS juga terlihat pada rata-rata nilai *jitter* dengan simulasi yang memakai lebar *bandwidth* 128 Kbps. Jaringan MPLS lebih unggul 8.72% dibandingkan jaringan tanpa MPLS.

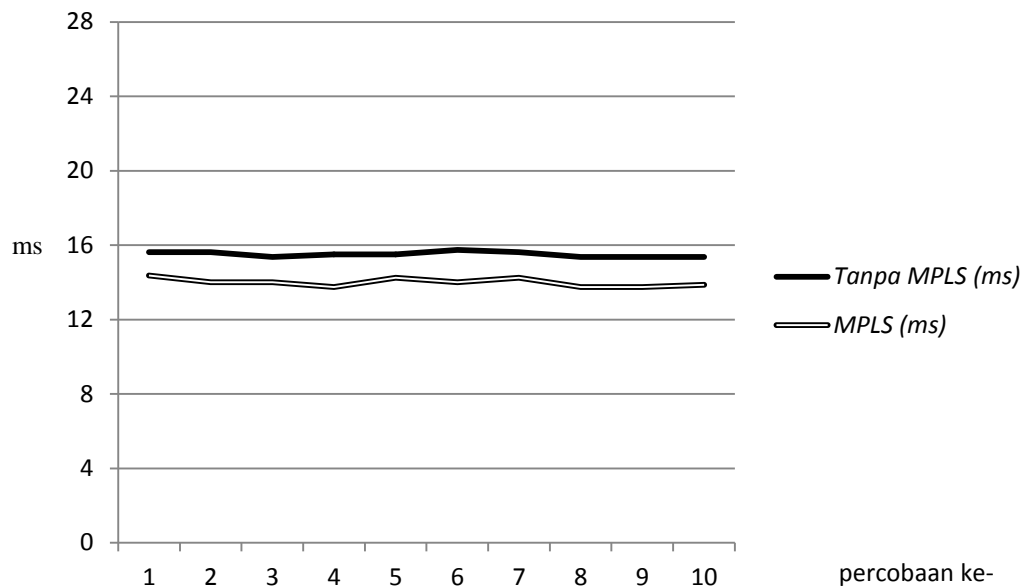
b. Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 256 Kbps

Perbandingan *jitter* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 256 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.17.

**Tabel 4.11** Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	15.625	14.375
2	15.625	14
3	15.375	14
4	15.5	13.75
5	15.5	14.25
6	15.75	14

7	15.625	14.25
8	15.375	13.75
9	15.375	13.75
10	15.375	13.875



**Gambar 4.17** Grafik perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

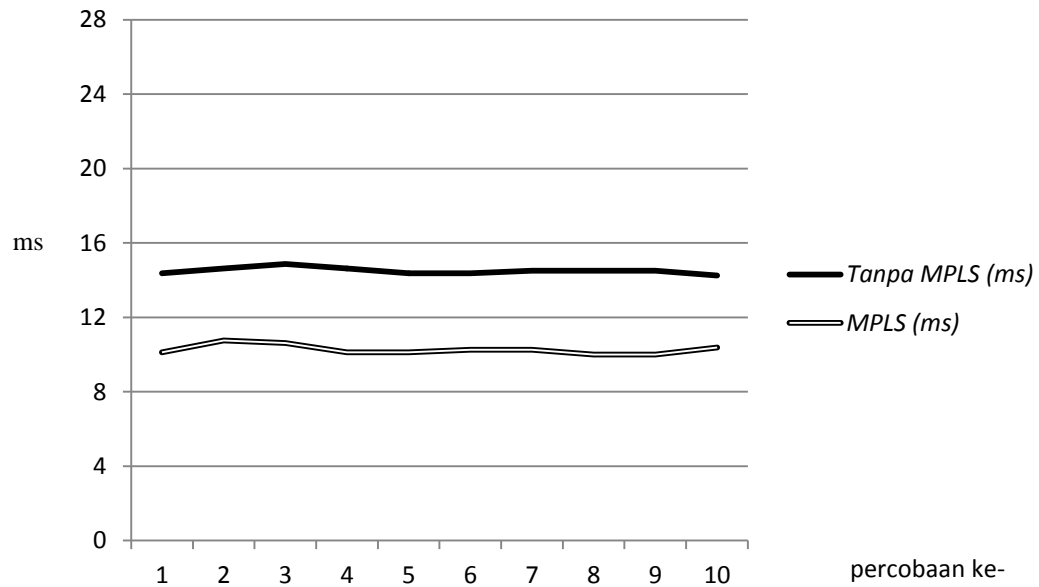
Rata-rata nilai *jitter* simulasi jaringan MPLS pada *bandwidth* 256 Kbps adalah sebesar 14 ms. Dibandingkan dengan rata-rata nilai *jitter* simulasi jaringan tanpa MPLS yang sebesar 15,5125 ms, jaringan MPLS lebih unggul 9,75 % dibandingkan dengan jaringan tanpa MPLS.

c. Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 512 Kbps

Perbandingan *jitter* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 512 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.18.

**Tabel 4.12** Perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 512 *Kbps*.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	14.375	10.125
2	14.625	10.75
3	14.875	10.625
4	14.625	10.125
5	14.375	10.125
6	14.375	10.25
7	14.5	10.25
8	14.5	10
9	14.5	10
10	14.25	10.375

**Gambar 4.18** Grafik perbandingan *jitter* dengan *bandwidth* 512 *Kbps*.

Ketika *bandwidth* diperbesar menjadi 512 *Kbps*, nilai rata-rata *jitter* dari simulasi jaringan MPLS mengalami peningkatan lebih signifikan dibandingkan

jaringan tanpa MPLS. Nilai rata-rata jitter jaringan tanpa MPLS pada bandwidth 512 *Kbps* adalah 14,5 ms, mengalami penurunan sekitar 1,0125 ms dari saat simulasi dengan bandwidth 256 *Kbps*. Sementara nilai rata-rata jitter jaringan MPLS dari bandwidth 256 *Kbps* ke bandwidth 512 *Kbps* mengalami penurunan sekitar 3,7375 ms, membuat jaringan MPLS lebih unggul dibandingkan dengan jaringan tanpa MPLS.

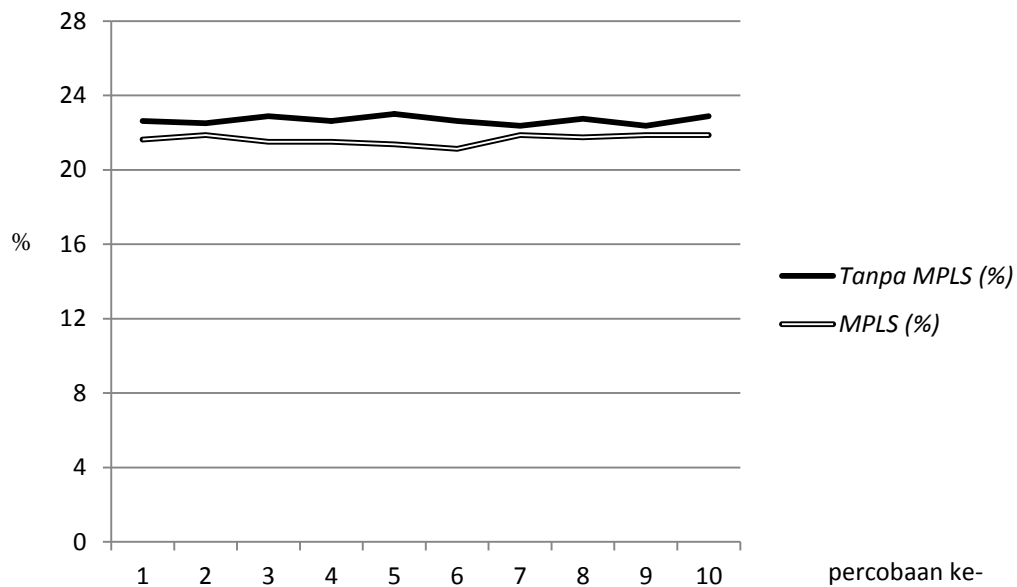
#### 4.2.3 Packet Loss

##### a. Perbandingan *packet loss* dengan bandwidth 128 *Kbps*

Perbandingan *packet loss* pada kedua skenario dengan bandwidth 128 *Kbps* dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.19.

**Tabel 4.13** Perbandingan *packet loss* dengan bandwidth 128 *Kbps*.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	22.625	21.625
2	22.5	21.875
3	22.875	21.5
4	22.625	21.5
5	23	21.375
6	22.625	21.125
7	22.375	21.875
8	22.75	21.75
9	22.375	21.875
10	22.875	21.875



**Gambar 4.19** Grafik perbandingan packet loss dengan *bandwidth* 128 Kbps.

Nilai rata-rata packet loss jaringan MPLS lebih unggul pada angka 21,6625% dibandingkan dengan nilai rata-rata packet loss jaringan tanpa MPLS di angka 22,6625%.

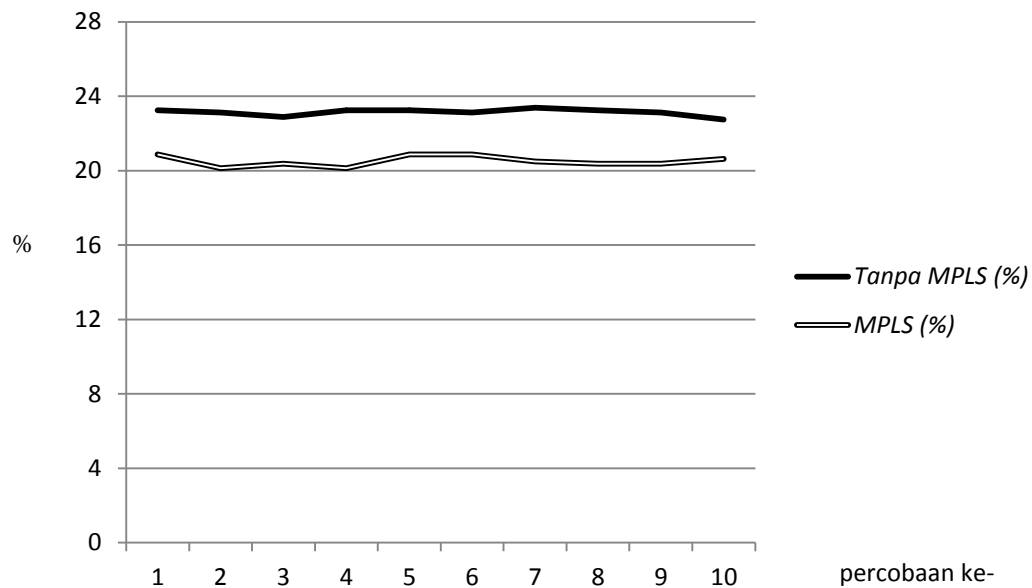
b. Perbandingan *packet loss* dengan *bandwidth* 256 Kbps

Perbandingan *packet loss* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 256 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.20.

**Tabel 4.14** Perbandingan *packet loss* dengan *bandwidth* 256 Kbps.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	23.25	20.875
2	23.125	20.125
3	22.875	20.375
4	23.25	20.125
5	23.25	20.875

6	23.125	20.875
7	23.375	20.5
8	23.25	20.375
9	23.125	20.375
10	22.75	20.625



**Gambar 4.20** Grafik perbandingan packet loss dengan *bandwidth* 256 Kbps.

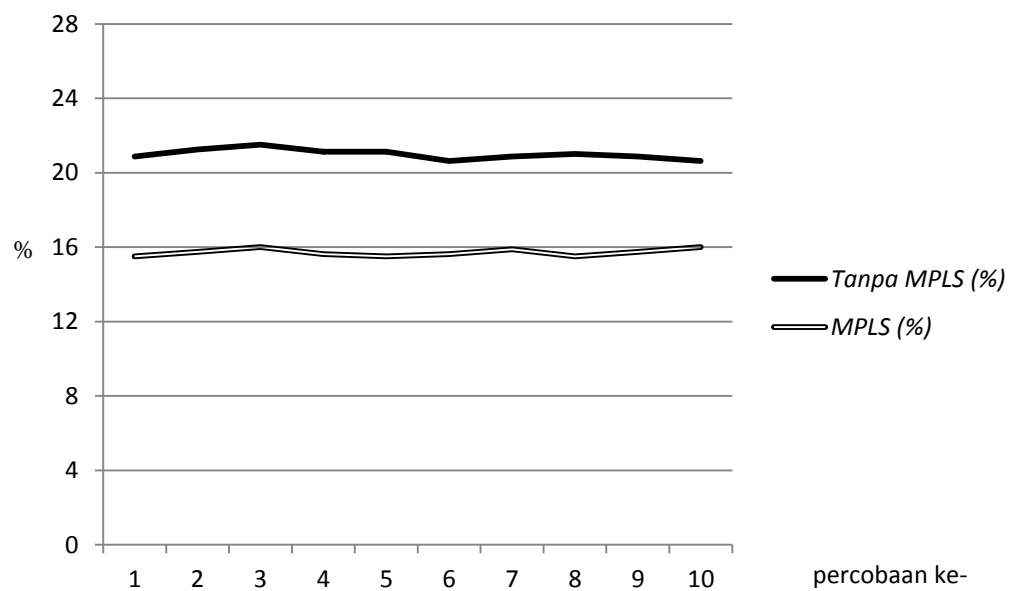
Nilai rata-rata packet loss jaringan MPLS pada *bandwidth* 256 Kbps adalah 20,5125%, sedangkan nilai rata-rata packet loss jaringan tanpa MPLS adalah 23,1375%. Hal ini membuktikan bahwa nilai packet loss jaringan MPLS lebih rendah dibandingkan nilai packet loss jaringan tanpa MPLS dengan perbedaan sekitar 2,625%.

c. Perbandingan *packet loss* dengan *bandwidth* 512 Kbps

Perbandingan *packet loss* pada kedua skenario dengan *bandwidth* 512 Kbps dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.21.

**Tabel 4.15** Perbandingan *packet loss* dengan *bandwidth 512 Kbps*.

Percobaan ke-	Tanpa MPLS	MPLS
1	20.875	15.5
2	21.25	15.75
3	21.5	16
4	21.125	15.625
5	21.125	15.5
6	20.625	15.625
7	20.875	15.875
8	21	15.5
9	20.875	15.75
10	20.625	16

**Gambar 4.21** Grafik perbandingan *packet loss* dengan *bandwidth 512 Kbps*.

Nilai rata-rata *packet loss* jaringan MPLS pada *bandwidth 512 Kbps* menurun jauh dibandingkan sebelumnya pada simulasi dengan *bandwidth 256 Kbps*, yaitu

menurun sekitar 4,8%. Sedangkan penurunan pada jaringan tanpa MPLS dari bandwidth 256 *Kbps* ke 512 *Kbps* hanya 2,15%, membuat simulasi jaringan MPLS lebih baik daripada simulasi jaringan tanpa MPLS.

### 4.3 Analisis Perbandingan *Bandwith* Pada Skenario Yang Sama

Untuk melengkapi laporan dari penelitian yang penulis lakukan, penulis juga akan melakukan analisis perbandingan terhadap *bandwidth* yang tersedia berdasarkan parameter *delay*, *jitter* dan *packet loss* pada skenario yang sama.

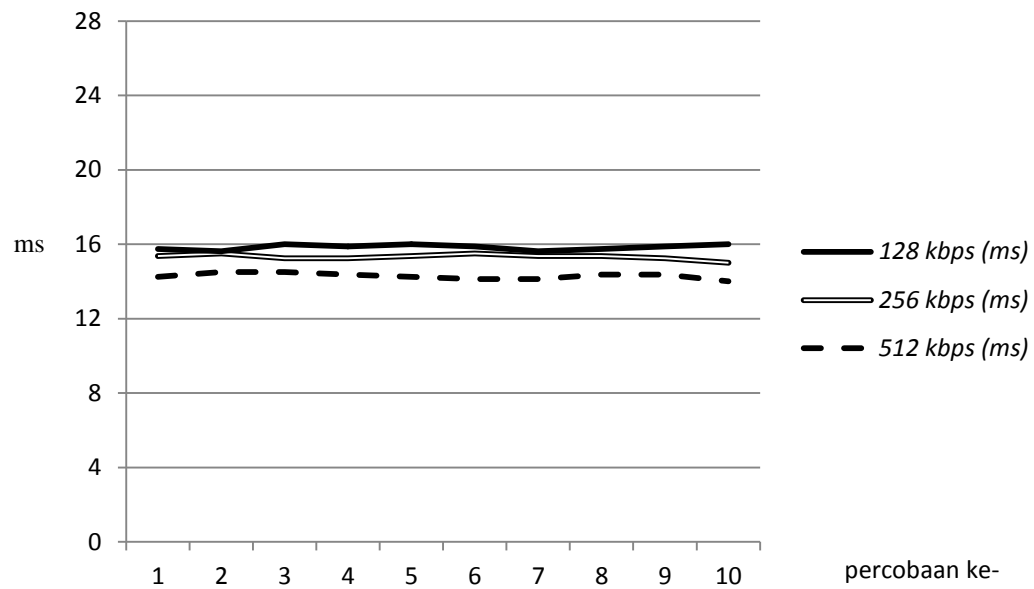
#### 4.3.1 Skenario Jaringan Tanpa MPLS

##### a. *Delay*

Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan tanpa MPLS dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.22.

**Tabel 4.16** Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa MPLS

Percobaan ke-	128 <i>Kbps</i>	256 <i>Kbps</i>	512 <i>Kbps</i>
1	15.75	15.375	14.25
2	15.625	15.5	14.5
3	16	15.25	14.5
4	15.875	15.25	14.375
5	16	15.375	14.25
6	15.875	15.5	14.125
7	15.625	15.375	14.125
8	15.75	15.375	14.375
9	15.875	15.25	14.375
10	16	15	14



**Gambar 4.22** Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa *MPLS*

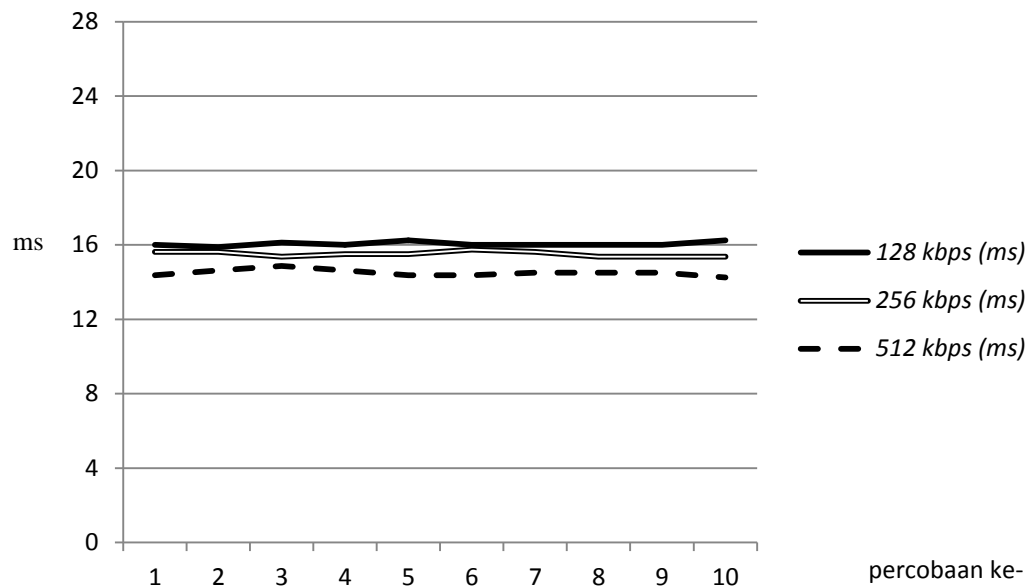
b. *Jitter*

Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan tanpa *MPLS* dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.23.

**Tabel 4.17** Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa *MPLS*

Percobaan ke-	128 Kbps	256 Kbps	512 Kbps
1	16	15.625	14.375
2	15.875	15.625	14.625
3	16.125	15.375	14.875
4	16	15.5	14.625
5	16.25	15.5	14.375
6	16	15.75	14.375
7	16	15.625	14.5
8	16	15.375	14.5

9	16	15.375	14.5
10	16.25	15.375	14.25



**Gambar 4.23** Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa *MPLS*

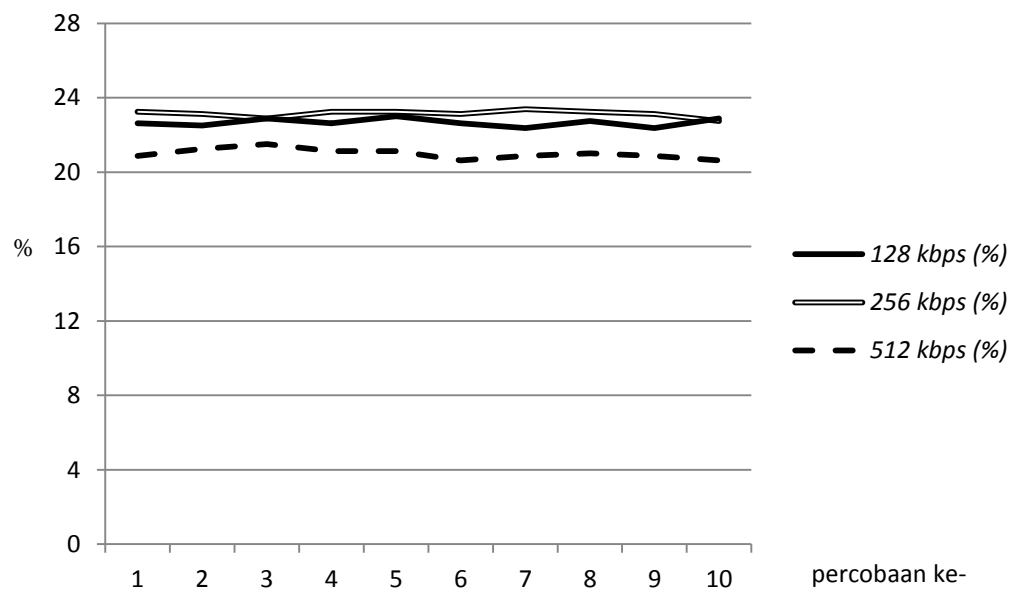
c. *Packet loss*

Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan tanpa *MPLS* dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.24.

**Tabel 4.18** Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa *MPLS*

Percobaan ke-	128 Kbps	256 Kbps	512 Kbps
1	22.625	23.25	20.875
2	22.5	23.125	21.25
3	22.875	22.875	21.5
4	22.625	23.25	21.125
5	23	23.25	21.125

6	22.625	23.125	20.625
7	22.375	23.375	20.875
8	22.75	23.25	21
9	22.375	23.125	20.875
10	22.875	22.75	20.625



**Gambar 4.24** Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* jaringan tanpa *MPLS*

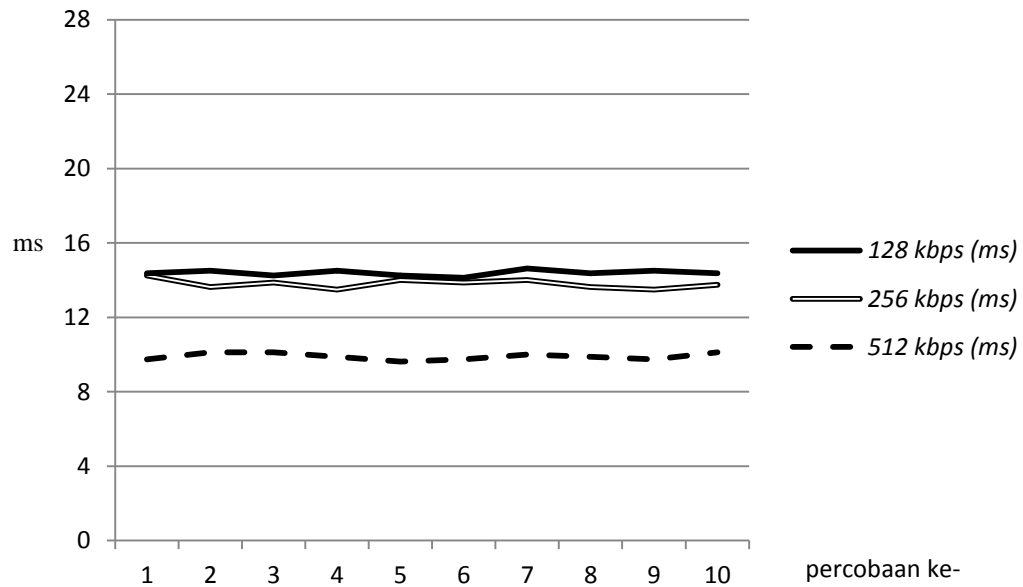
### 4.3.2 Skenario Jaringan MPLS

#### a. *Delay*

Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan *MPLS* dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.25.

**Tabel 4.19** Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan MPLS

Percobaan ke-	128 Kbps	256 Kbps	512 Kbps
1	14.375	14.25	9.75
2	14.5	13.625	10.125
3	14.25	13.875	10.125
4	14.5	13.5	9.875
5	14.25	14	9.625
6	14.125	13.875	9.75
7	14.625	14	10
8	14.375	13.625	9.875
9	14.5	13.5	9.75
10	14.375	13.75	10.125

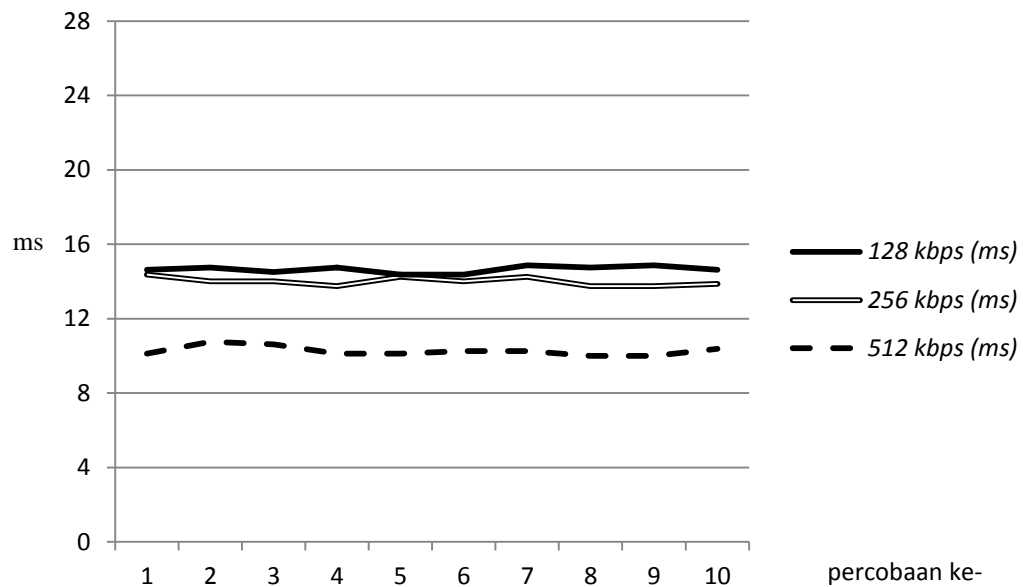
**Gambar 4.25** Perbandingan *delay* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan MPLS

b. *Jitter*

Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan *MPLS* dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.26.

**Tabel 4.20** Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan *MPLS*

Percobaan ke-	128 Kbps	256 Kbps	512 Kbps
1	14.625	14.375	10.125
2	14.75	14	10.75
3	14.5	14	10.625
4	14.75	13.75	10.125
5	14.375	14.25	10.125
6	14.375	14	10.25
7	14.875	14.25	10.25
8	14.75	13.75	10
9	14.875	13.75	10
10	14.625	13.875	10.375



**Gambar 4.26** Perbandingan *jitter* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan *MPLS*

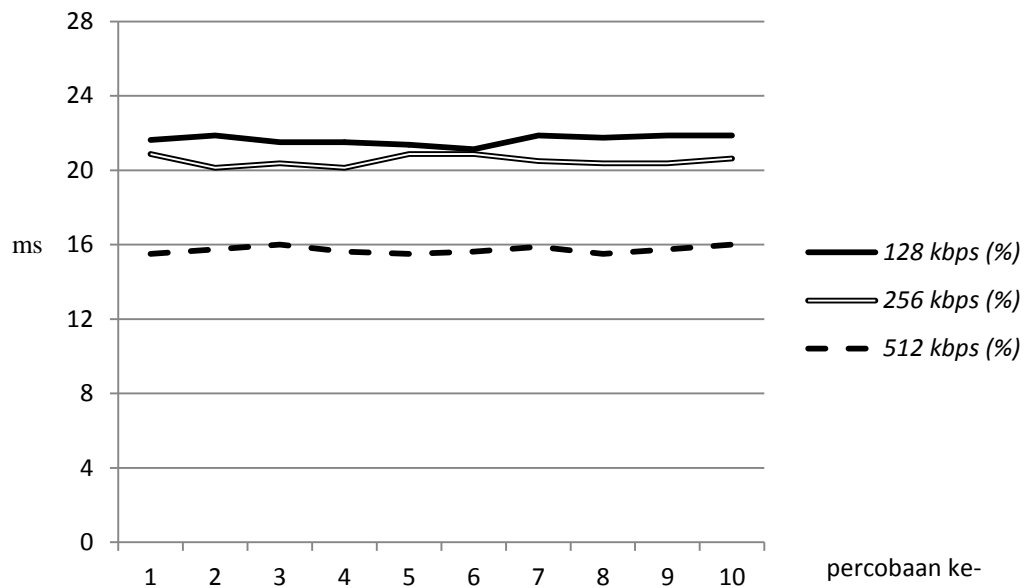
c. *Packet loss*

Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan pada skenario jaringan *MPLS* dapat dilihat pada Tabel 4.21 dan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.27.

**Tabel 4.21** Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan *MPLS*

Percobaan ke-	128 Kbps	256 Kbps	512 Kbps
1	21.625	20.875	15.5
2	21.875	20.125	15.75
3	21.5	20.375	16
4	21.5	20.125	15.625
5	21.375	20.875	15.5
6	21.125	20.875	15.625
7	21.875	20.5	15.875
8	21.75	20.375	15.5

9	21.875	20.375	15.75
10	21.875	20.625	16



**Gambar 4.27** Perbandingan *packet loss* berdasarkan *bandwidth* pada jaringan *MPLS*

Dilihat dari rata-rata *delay*, *jitter* dan *packet loss* seluruh pengujian, baik dari jaringan tanpa *MPLS* maupun jaringan dengan *MPLS*, dapat dilihat penurunan yang signifikan ketika ukuran *bandwidth* diperlebar dari 128 *Kbps* menjadi 256 *Kbps* yang kemudian diperlebar lagi menjadi 512 *Kbps*. Meskipun demikian, jaringan *MPLS* memiliki tingkat penurunan *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang lebih signifikan dibandingkan dengan jaringan tanpa *MPLS*. Perbedaan penurunan tersebut diakibatkan karena pada saat *bandwidth* berukuran 128 *Kbps* dan 256 *Kbps*, paket data baik pada jaringan *MPLS* maupun tanpa *MPLS* akan sangat berdesakan melewati *bandwidth* yang terbatas. Penurunan yang tidak terlalu signifikan ketika *bandwidth* dinaikkan dari 128 *Kbps* menjadi 256 *Kbps* terjadi akibat *MPLS* kurang bisa berkerja secara optimal karena *bandwidth* masih sangat terbatas ketika dipenuhi oleh paket

lain dan paket *VoIP* sendiri yang cukup besar untuk ukuran bandwidth 128 *Kbps* dan 256 *Kbps*.

Ketika melakukan penelitian, penulis menemukan sebuah kelemahan pada perangkat lunak yang berfungsi sebagai pemantau jaringan *VoIP* VQManager. Kelemahan tersebut terjadi ketika melakukan skenario pengujian, hasil *delay* seringkali tidak terpantau atau *delay* hanya tetap di angka 0 *ms*, meskipun demikian hasil dari pemantauan *jitter* dan *packet loss* tetap dapat terbaca dengan normal.