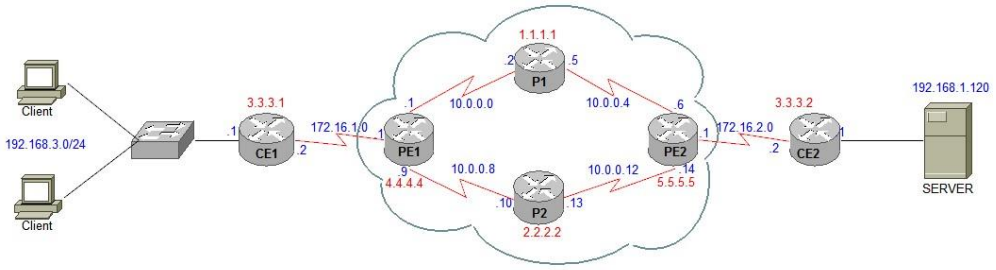
BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Pada bab ini akan dilakukan implementasi dan pengujian terhadap sistem yang dibagun. Implementasi dilakukan berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dibuat. Setelah implementasi selesai, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian pada performansi dengan melakukan perbandingan performansi layanan IPTV pada jaringan TCP/IP dan layanan IPTV pada jaringan MPLS *Diffserv*.

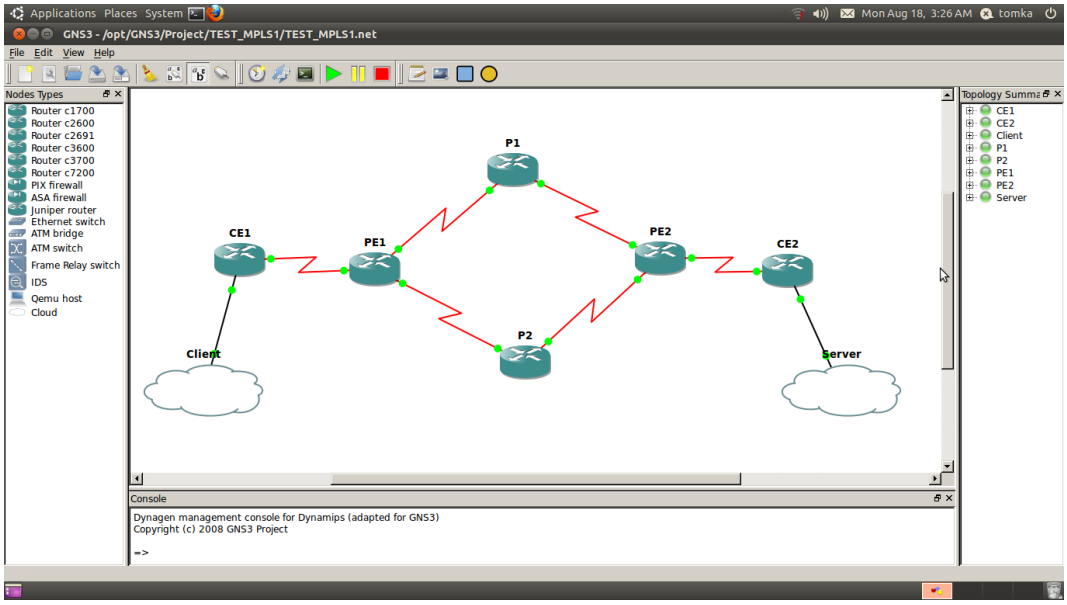
4.1 Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan yang akan digunakan dalam pengujian yang akan dilakukan berdasarkan topologi yang sudah dirancang seperti yang tertera pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Topologi Jaringan

Pada Gambar 4.1 merupakan arsitektur jaringan yang akan digunakan dalam melakukan pengujian layanan IPTV. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua aristektur jaringan. Arsitektur jaringan pertama berupa jaringan TCP/IP biasa dengan konfigurasi routing *dynamic* OSPF. Sedangkan untuk atsitektur jaringan kedua berupa jaringan MPLS dengan penerapan QoS didalamnya. Pada server diinstall aplikasi Open IMS Core yang berfungsi sebagai server untuk layanan IPTV, sedangkan pada client diinstall UCTIMSCLIENT. Untuk implementasi arsitektur jaringan menggunakan beberapa router yang disimulasikan didalam aplikasi GNS3 pada PC yang bertindak sebagai PC router. Berikut ini gambar implementasi jaringan meggunakan GNS3.



Gambar 4.2 Topologi Jaringan pada GNS3

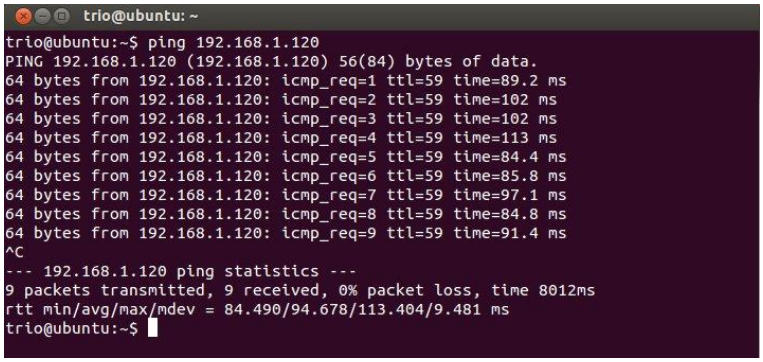
Pada gambar 4.2 terdapat dua cloud, dimana cloud client terhubung langsung dengan client dan cloud server terhubung langsung dengan pc yang bertindak sebagai server. PC yang digunakan sebagai server memiliki IP *address* 192.168.1.120. sedangkan pada PC client diberikan IP *address* dengan *network* 192.168.3.0/24. Pada pengujian ini client diberikan *bandwidth* yang berbeda-beda untuk setiap IP address.

Tabel 4.1 Daftar IP *address* berdasarkan *Bandwidth*

No	IP Address	Bandwidth
1	192.168.3.2	64 Kbps
2	192.168.3.5	128 Kbps
3	192.168.3.7	256 Kbps
4	192.168.3.9	512 Kbps
5	192.168.3.11	768 Kbps
6	192.168.3.13	1024 Kbps
7	192.168.3.15	1280 Kbps
8	192.168.3.17	1536 Kbps
9	192.168.3.19	1792 Kbps
10	192.168.3.21	2048 Kbps

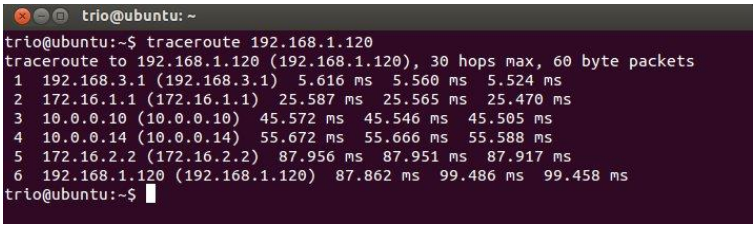
setelah IP address dipasangkan pada client, perlu dilkukan uji koneksi terhadap jaringan yang telah dirancang. Untuk melakukan uji koneksi dilakukan dengan cara *ping* dan *traceroute* ke server. Uji coba akan dilakukan ping dan traceroute

ke server yang memiliki IP *address* 192.168.1.120, apabila mendapat *reply* dari *server*, maka uji coba untuk mengetahui koneksi jaringan yang dirancang berhasil.



Gambar 4.3 Ping Client ke Server

Pada gambar 4.3 terlihat *reply* dari server dengan rata-rata waktu 94.578 ms dan 0% *packet loss*, hasil tersebut meunjukan bahwa koneksi dari server menuju client berhasil.

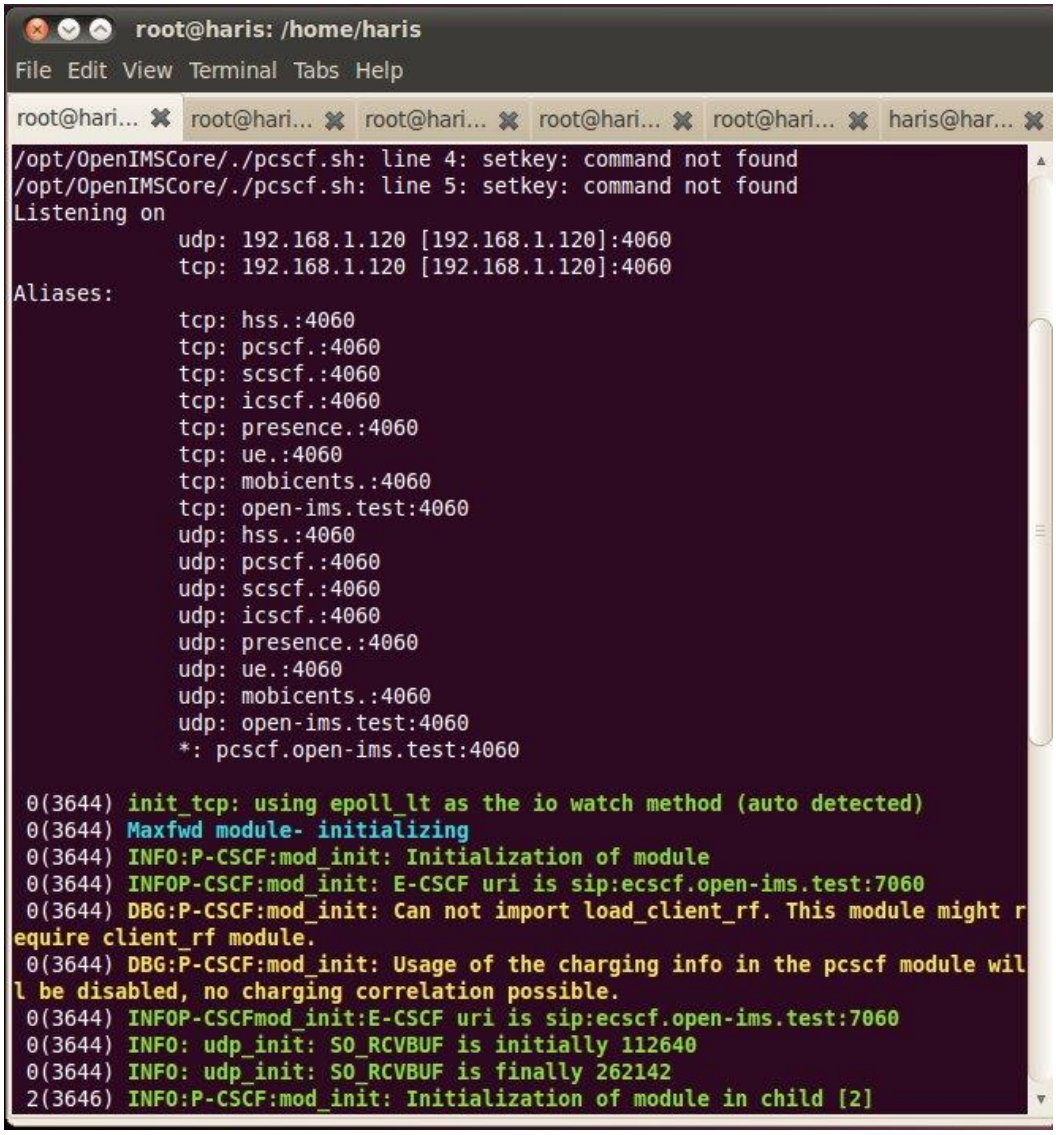


Gambar 4.4 Traceroute Client ke Server

Pada gambar 4.4 dilakukan uji coba traceroute, didapat hasil bahwa koneksi yang dilakukan dari client menuju server melewati enam hop yang dilewati untuk dapat terhubung dengan server.

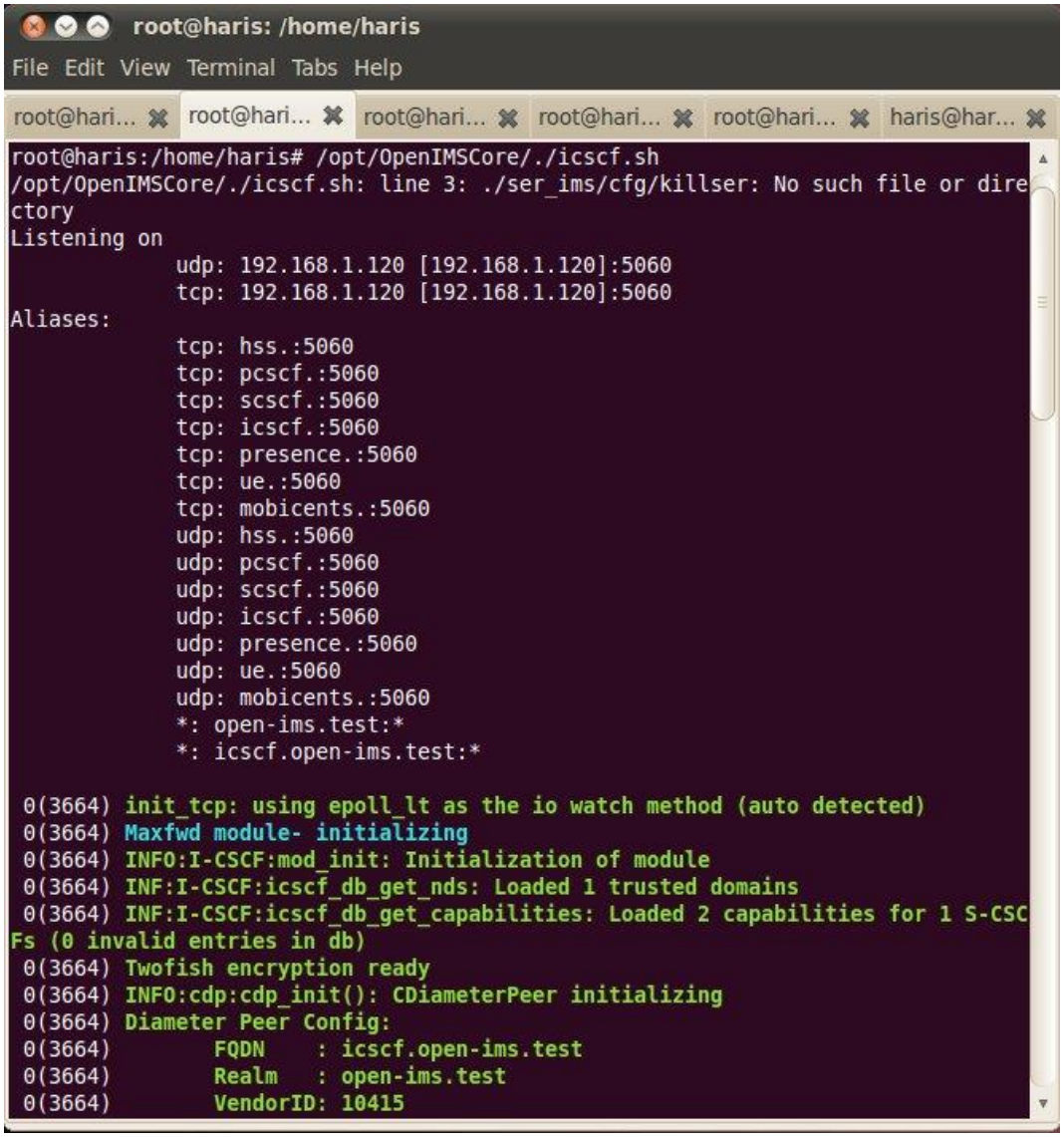
4.2 Pengujian Server

Setelah Open IMS Core diinstalasi pada PC yang bertindak sebagai server perlu dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah telah berjalan sesuai yang diinginkan dan tidak terdapat error didalalamnya. Untuk menjalankan Open IMS memerlukan empat terminal yang bebeda. Setiap terminal akan menjalankan *shell* yang berbeda-beda. Pada terminal pertama jalankan *shell* P-CSCF (*Proxy Call Session Control Function*) dengan mengeketikan perintah **/opt/OpenIMSCore/ ./pcscf.sh.**



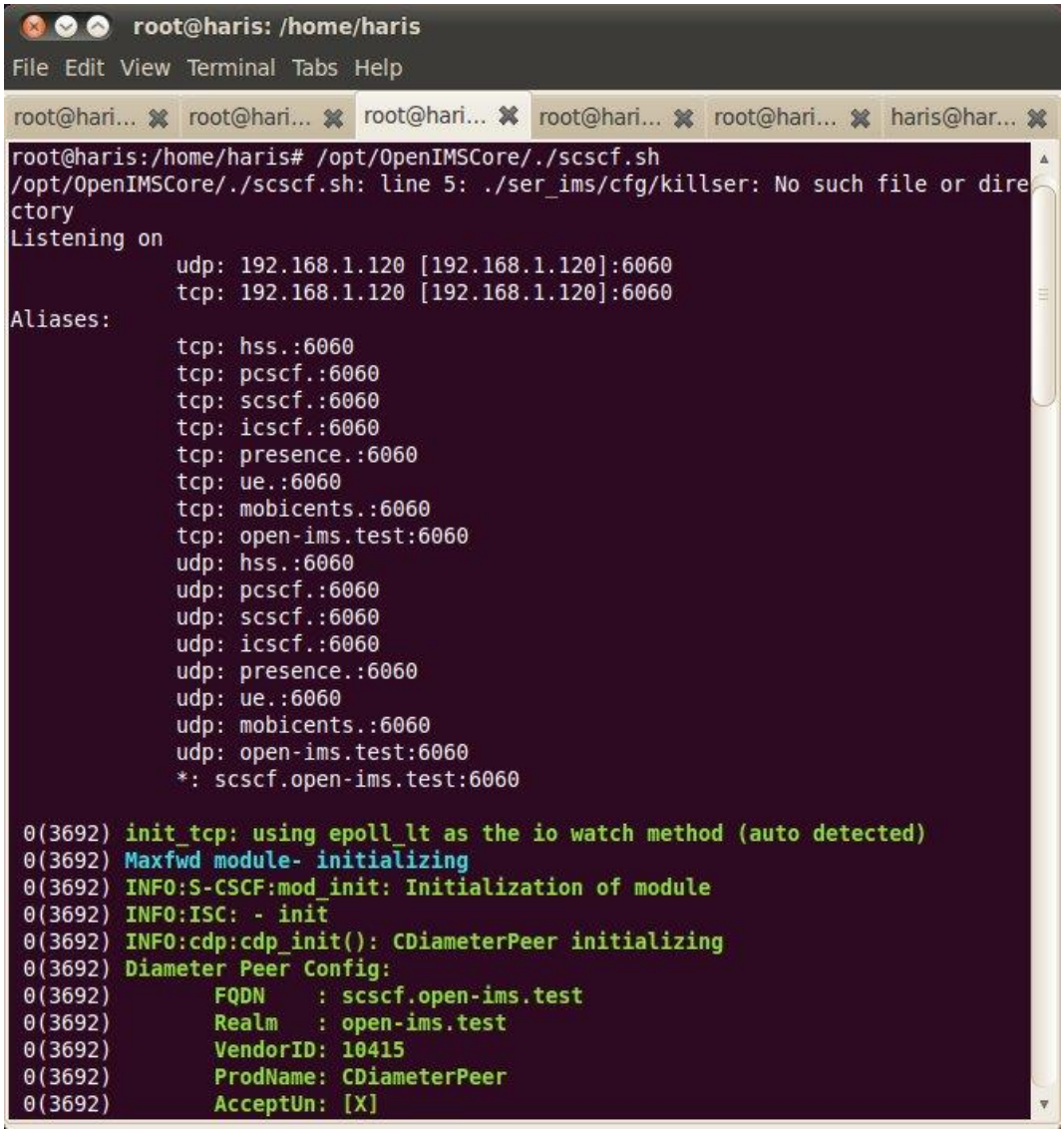
Gambar 4.5 Terminal Satu *Shell* P-CSCF

Terlihat pada gambar 4.5 kompenen *shell* pertama dari empat *shell* utama Open IMS telah berjalan dengan baik tanpa ada error pada server dengan IP *address* 192.168.1.120 dan port yang digunakan adalah 4060. Pada terminal kedua jalankan *shell* I-CSCF (*Interrogating Call Session Control Function*) dengan mengeketikan perintah **/opt/OpenIMSCore/ ./icscf.sh.**



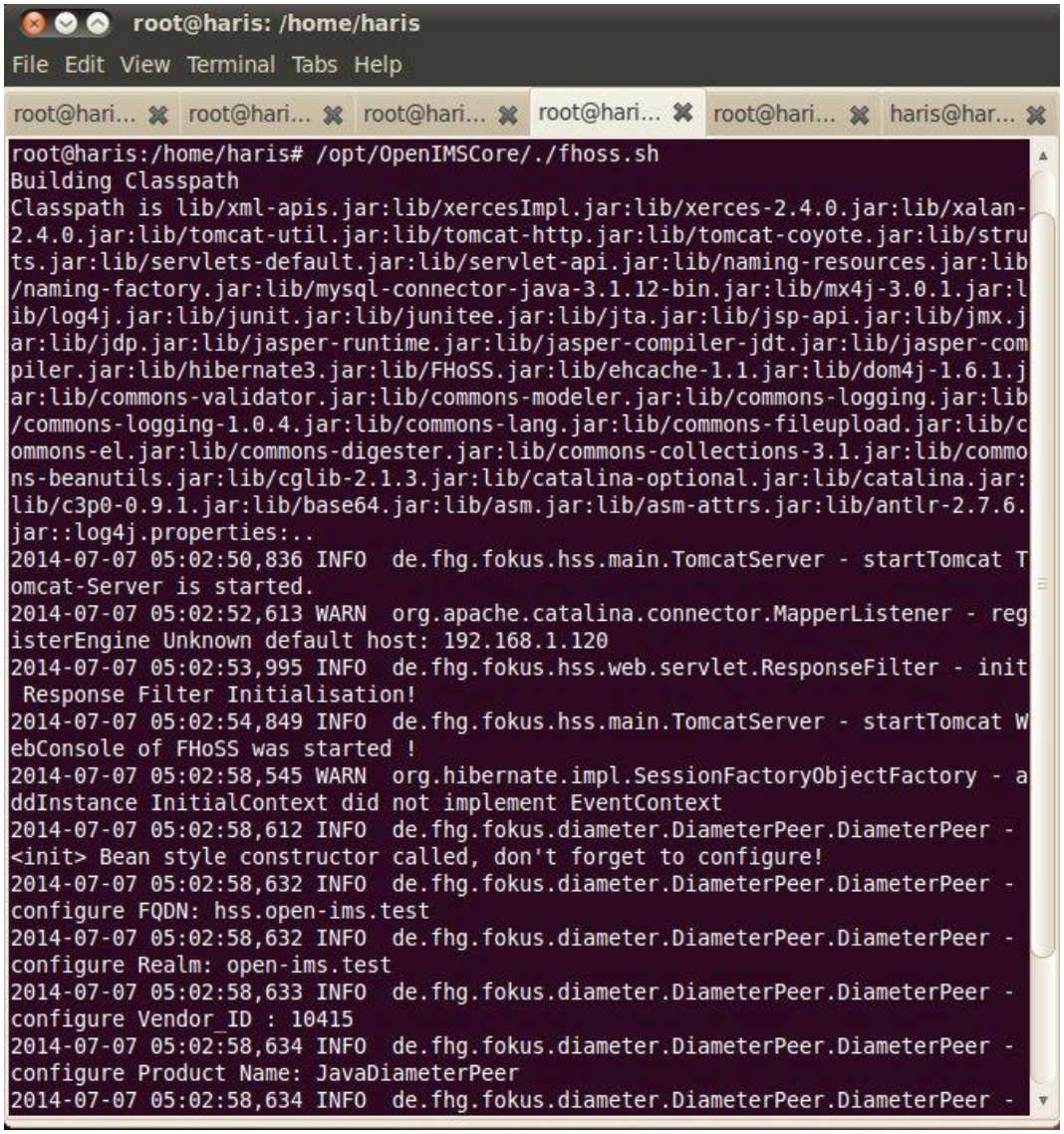
Gambar 4.6 Termial Dua *Shell* I-CSCF

Terlihat pada gambar 4.6 kompenen *shell* kedua dari empat *shell* utama Open IMS telah berjalan dengan baik tanpa ada error pada server dengan IP *address* 192.168.1.120 dan port yang digunakan adalah 5060. Pada terminal ketiga jalankan *shell* S-CSCF (*Serving Call Session Control Function*) dengan mengeketikan perintah **/opt/OpenIMSCore/ ./scscf.sh.**



Gambar 4.7 Terminal Tiga *Shell* S-CSCF

Terlihat pada gambar 4.7 kompenen *shell* ketiga dari empat *shell* utama Open IMS telah berjalan dengan baik tanpa ada error pada server dengan IP *address* 192.168.1.120 dan port yang digunakan adalah 6060. Pada terminal keempat jalankan *shell* FhoSS (*Fokus Home Subcriber Server*) dengan mengeketikan perintah **/opt/OpenIMSCore/ ./fhoss.sh.**



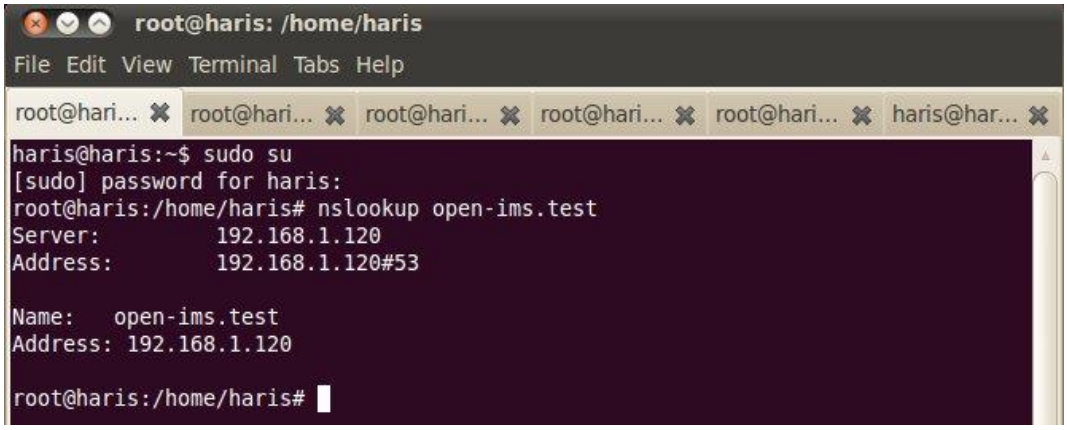
Gambar 4.8 Terminal Empat *Shell* FhoSS

Terlihat pada gambar 4.8 kompenen *shell* terakhir dari empat *shell* utama Open IMS Core telah berjalan dengan baik tanpa ada error pada server yang telah dibangun. Empat komponen utama dari Open IMS Core berjalan sesuai yang diharapkan.

4.3 Pengujian *Domain Name system* (DNS)

Open IMS bisa diakses oleh PC client apabila telah diinstallasi DNS pada PC server. Setelah installasi dan konfigurasi DNS selesai,selanjutnya perlu dilakukan uji coba untuk mengetahui bahwa sistem telah berjalan dengan cara

mengetikan perintah **nslookup open-ims.test** pada terminal. Bila berhasil, maka akan muncul tampilan sebagai berikut :

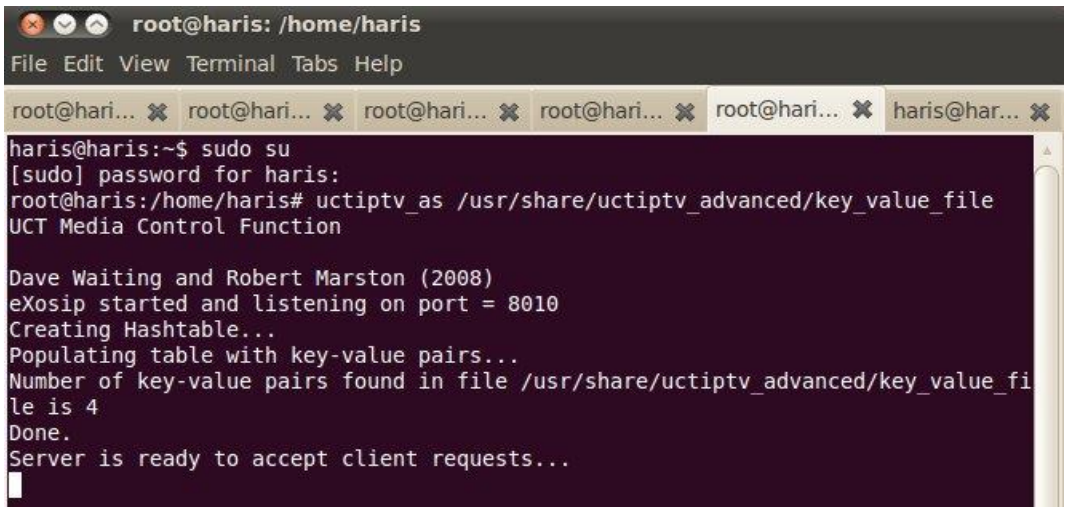


Gambar 4.9 nslookup ipen-ims.test

Terlihat pada gambar 4.9 DNS telah berjalan dengan baik pada server dengan IP *address* 192.168.1.120 dan *host name* open-ims.test. Dengan begitu Open IMS dapat diakses melalui PC server itu sendiri ataupun PC client.

4.4 Pengujian *Aplication Server* (AS) IPTV

Layanan IPTV dapat diakses oleh client apabila Aplication Server telah berjalan. Untuk itu perlu dilakukan uji coba dengan cara mengetikan perintah **uctiptv_as /usr/share/uctiptv_advanced/key_value_file** pada terminal. Bila berhasil, maka akan muncul tampilan sebagai berikut :

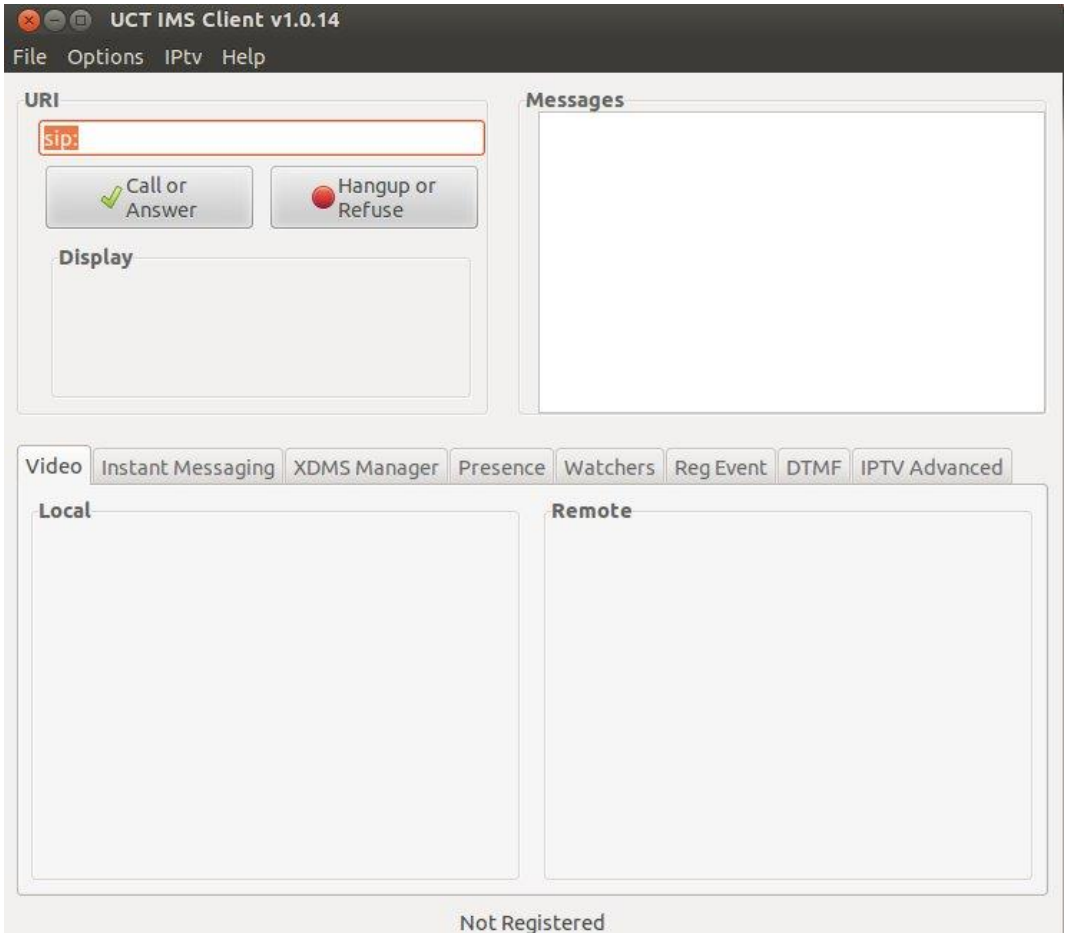


Gambar 4.10 *Aplication Server* IPTV

Aplication Server IPTV telah berjalan dengan baik. dapat dilihat pada gambar 4.10 terdapat informasi *server is ready to accept client request*. Menunjukan bahwa server telah siap untuk menerima permintaan dari pengguna.

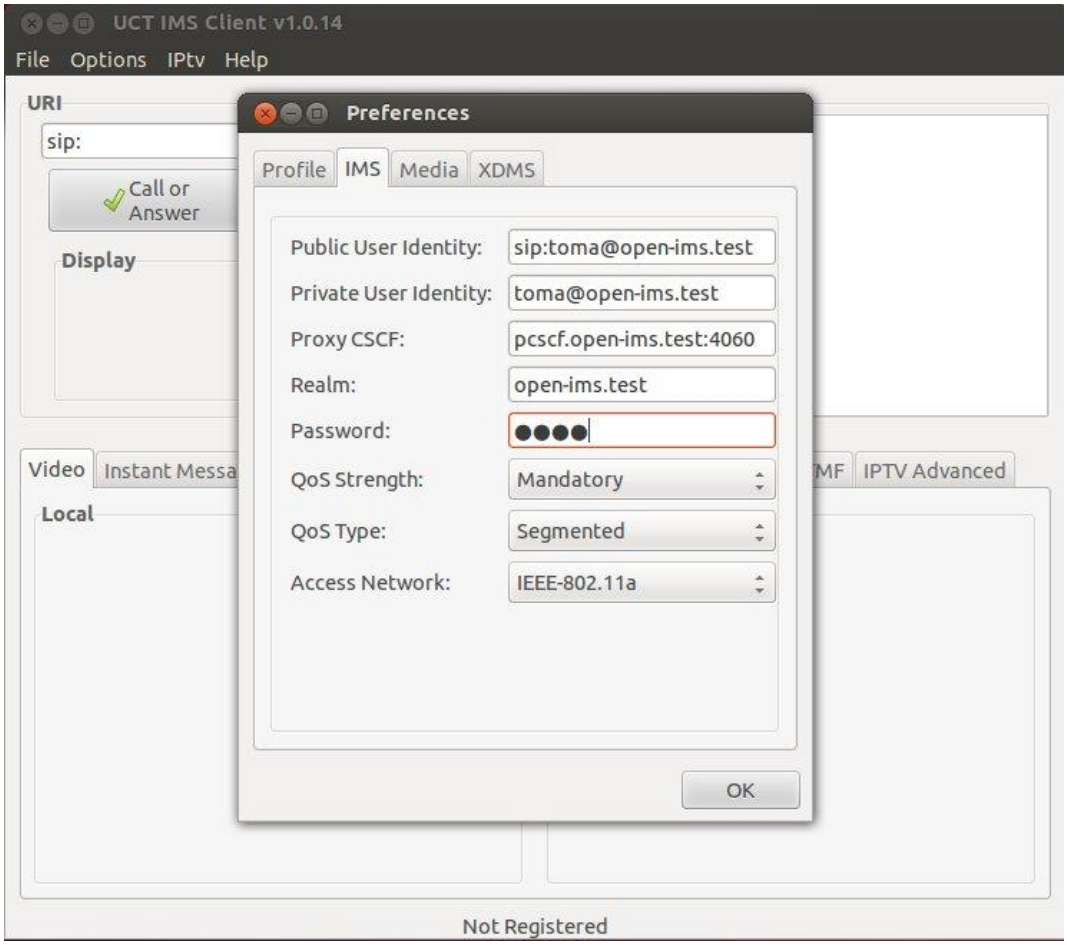
4.5 Pengujian UCT IMS Client

Pada penelitian ini digunakan UCT IMS Client untuk dapat mengakses layanan IPTV maka kita memerlukan perangkat lunak yang dapat kita gunakan untuk melakukan registrasi dan memanggil aplikasi IPTV. untuk menjalakan UCT IMS Client, pada terminal ketikan perintah **sudo cd /Downloads/uctimsclient/ ./uctimsclient.** Bila berhasil maka akan muncul tampilan sebagai berikut :



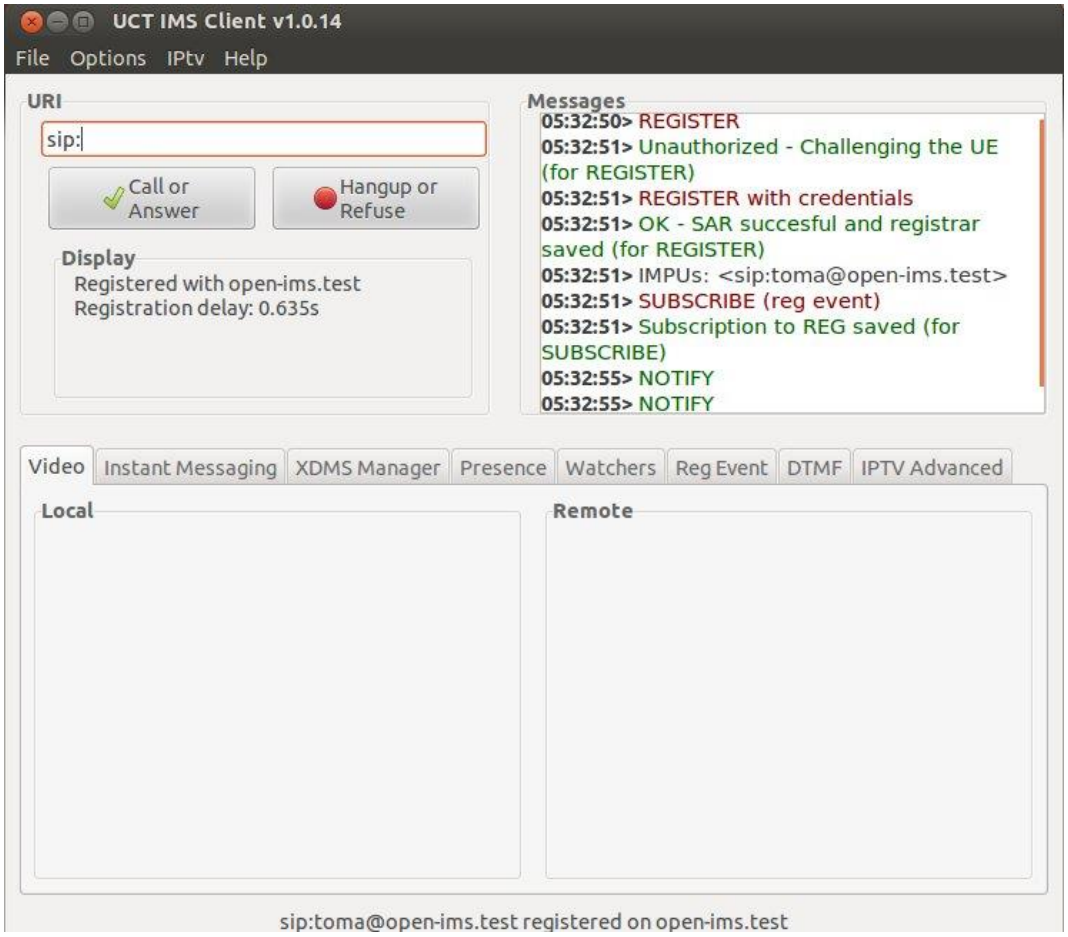
Gambar 4.11 UCT IMS Client

UCT IMS Client telah berjalan dengan baik, untuk dapat mengakses layanan IPTV terlebih dahulu melakukan registrasi dengan cara klik tab Option – *preferences* isi seperti gambar 4.12, kemudian tekan tombol OK :



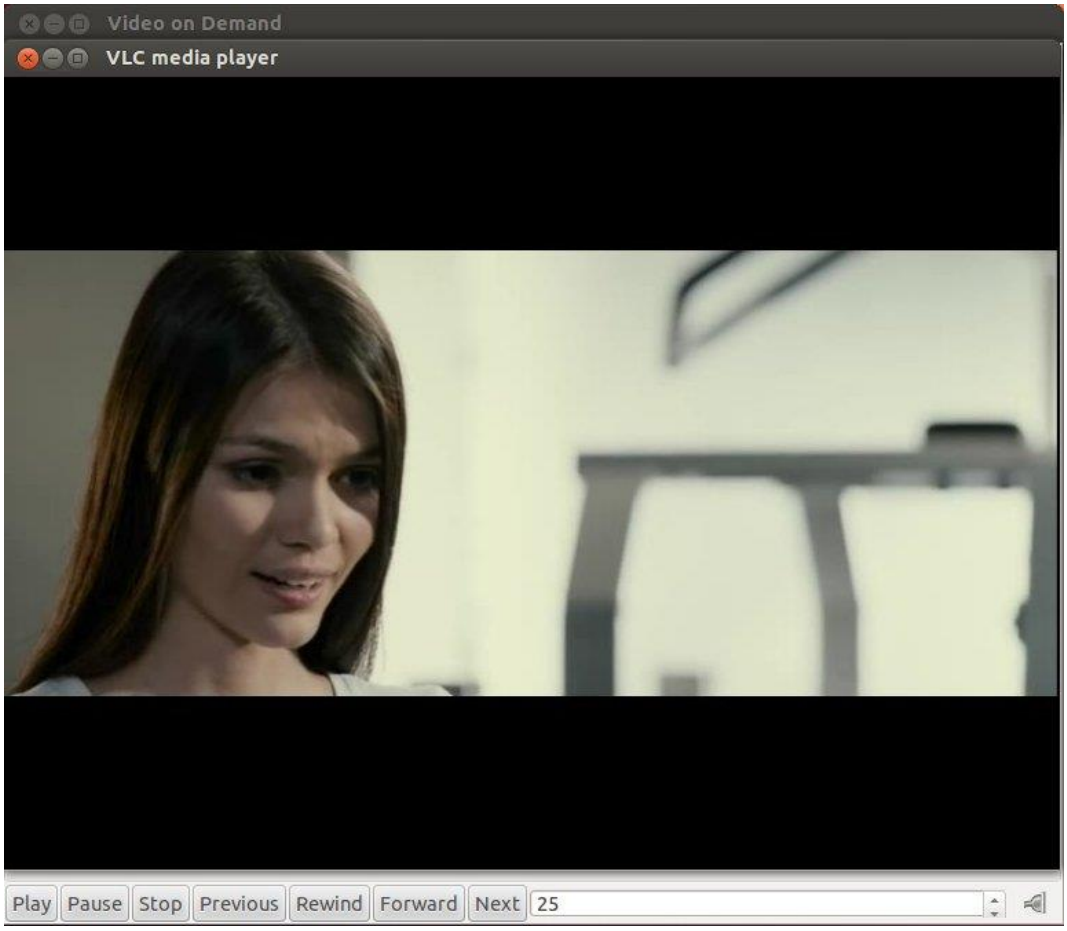
Gambar 4.12 UCT IMS Client Preferences

Jika registrasi berhasil maka akan ada *notify* dan status *not registered* yang berada pada paling bawah akan berubah, berikut tampilan apabila registrasi berhasil.



Gambar 4.13 UCT IMS Client Status Registered

Tahap-tahap pengujian UCT IMS Client telah berhasil dan berjalan dengan baik. Sampai tahap ini client sudah dapat menikmati layanan IPTV. Untuk mengakses layanan IPTV dapat dilakukan dengan cara memilih channel pada tab IPtv kemudian pilih channel yang akan diputar. Pada gambar 4.14 merupakan tampilan VoD (*Video on Demand)* pada layanan IPTV channel 2.



Gambar 4.14 Layanan IPTV berupa *Video on Demand*

Berdasarkan gambar 4.14 layanan IPTV berupa VoD pada sisi client telah berjalan dengan baik. Dengan demikian pengujian untuk server dan client berjalan dengan baik sesuai apa yang diharapkan.

4.6 Pengujian Jaringan untuk Sistem IPTV

Pada penelitian skripsi ini akan dilakukan beberapa skenario uji coba dengan tujuan untuk mendapatkan beberapa perbandingan data hasil pengukuran. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap pengukuran dilakukan pengamatan selama 30 detik dengan menggunakan *software wireshark* pada sisi client. Sedangkan untuk penambahan beban trafik mengunakan *software iperf*. kemudian akan diambil rata-rata dari setiap parameter, adapun skenario uji coba yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Uji komunikasi layanan IPTV berupa aplikasi VoD melalui jaringan biasa dengan variasi nilai *bandwidth* dari jaringan yang

digunakan sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps, 768 Kbps, 1024 Kbps, 1280 Kbps, 1536 Kbps, 1792 Kbps dan 2048 Kbps.

2. Pada skenario ini tidak jauh berbeda dengan skenario yang pertama. Akan tetapi uji komunikasi layanan IPTV berupa aplikasi VoD dilakukan pada jaringan MPLS yang sudah dikonfigurasi QoS dengan variasi nilai *bandwidth* dari jaringan yang digunakan sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps, 768 Kbps, 1024 Kbps, 1280 Kbps, 1536 Kbps, 1792 Kbps dan 2048 Kbps.
3. Pada skenario ini dilakukan Uji komunikasi layanan IPTV berupa aplikasi VoD melalui jaringan biasa dengan variasi nilai *bandwidth* dari jaringan yang digunakan sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps, 768 Kbps, 1024 Kbps, 1280 Kbps, 1536 Kbps, 1792 Kbps dan 2048 Kbps. Jaringan akan dibebani trafik yang bertujuan untuk mengetahui performansi jaringan dalam keadaan sibuk. Adapun penambahan beban tarfik bervariasi mulai dari 10 %, 20 %, 40 % dan 80 % dari *bandwidth* yang disediakan.
4. Pada skenario ini dilakukan Uji komunikasi layanan IPTV berupa aplikasi VoD melalui jaringan MPLS yang sudah dikonfigurasi QoS dengan variasi nilai *bandwidth* dari jaringan yang digunakan sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512 Kbps, 768 Kbps, 1024 Kbps, 1280 Kbps, 1536 Kbps, 1792 Kbps dan 2048 Kbps. Jaringan akan dibebani trafik yang bertujuan untuk mengetahui performansi jaringan dalam keadaan sibuk. Adapun penambahan beban tarfik bervariasi mulai dari 10 %, 20 %, 40 % dan 80 % dari *bandwidth* yang disediakan.

Analisa yang dilakukan meliputi pengukuran parameter – parameter QoS dengan mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON). Standar penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. ***Delay***

   Delay yaitu delay yang terjadi antar paket di sisi penerima. Satuan yang dipakai adalah detik (ms). Pengujian dan pengamatan akan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu delay yang ada dengan mengacu pada referensi.

Tabel 4.2 *One-Way Delay*

Kategori Degradasi	Delay
Sangat Bagus	< 150ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	>450 ms

(Sumber : TIPHON)

2. **Jitter**

   Jitter adalah variasi *Delay* yang terjadi karena ketidakstabilan kondisi jaringan sehingga waktu penerimaan paket di penerima berbeda-beda. Sistem akan diuji dan diamati dengan tujuan untuk mengetahui *jitter* yang ada dengan mengacu pada referensi.

Tabel 4.3 *Jitter*

Kategori Degradasi	Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	75 s/d 125 ms
Jelek	125 s/d 225 ms

(Sumber : TIPHON)

3. **Paket *Loss***

   Paket *loss* adalah banyaknya paket yang terbuang pada saat proses pengiriman berlangsung dibandingkan dengan banyaknya paket yang selamat. Satuan yang dipakai adalah persen (%).Sistem akan diuji dan diamati dengan tujuan untuk mengetahui paket *loss* yang ada dengan mengacu pada referensi.

Tabel 4.4 Paket *Loss*

Kategori Degradasi	Paket Loss
Sangat Bagus	0 %
Bagus	0-3 %
Sedang	4-15 %
Jelek	>15 %

(Sumber : TIPHON)

4. ***Throughput***

   Throughput adalah perbandingan antar paket yang dikirim dengan waktu pengamatan. Satuan yang dipakai adalah mbps (*mega bits per second*).

4.6.1 Pengukuran pada Uji Coba Jaringan Biasa Berdasarkan *Bandwidth*

Setelah dilakukan uji komunikasi serta pengukuran pada skenario pertama untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP biasa didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut :

4.6.1.1 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 64 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 64 Kbps pada komunikasi client dengan server. Parameter yang diamati berupa paket *loss*, *delay*, *jitter* dan *throughput* didapat hasil statik sebagai berikut :

Tabel 4.5 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	96.00%	0	51.87	0.065
2	95.70%	0	52.1	0.065
3	95.70%	0	51.59	0.065
4	95.80%	0	51.77	0.065
5	95.60%	0	52.1	0.065
6	96.50%	0	52.45	0.065
7	95.60%	0	51.59	0.065
8	95.90%	0	51.72	0.065
9	95.60%	0	51.74	0.065
10	95.80%	0	52.96	0.065
Rata-rata	**95.82%**	**0**	**51.989**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.5 diatas, bahwa saat pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran dengan waktu pengamatan 30 detik setiap pengukuran, rata-rata

paket yang hilang adalah sebesar 95.82% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 51.889 ms. Delay yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

4.6.1.2 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 128 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 128 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.6 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	93.20%	0	28.19	0.129
2	93.90%	0	28.03	0.129
3	93.70%	0	27.89	0.129
4	94.40%	0	28.01	0.129
5	92.30%	0	27.9	0.129
6	94.20%	0	27.9	0.129
7	93.50%	0	27.51	0.129
8	93.60%	0	27.8	0.129
9	94.50%	0	27.83	0.129
10	93.80%	0	27.79	0.129
Rata-rata	**93.71%**	**0**	**27.885**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.6 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 93.71% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar

0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 27.885 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

4.6.1.3 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 256 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 256 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.7 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	84.40%	11.52	18.1	0.257
2	87.70%	12.04	18.9	0.257
3	85.90%	13.56	18.85	0.257
4	83.90%	13.02	19.2	0.257
5	83.30%	13.73	18.97	0.257
6	82.20%	13.73	19.31	0.257
7	81.20%	11.53	19	0.257
8	82.80%	14.3	18.68	0.257
9	83.80%	11.56	18.94	0.257
10	83.60%	13.19	19.27	0.257
Rata-rata	**83.88%**	**12.818**	**18.922**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.7 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 84.88% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.818 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 18.992 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan,

sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

4.6.1.4 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 512 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 512 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.8 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	66.52%	10.52	12.12	0.513
2	66.50%	17.76	13.07	0.513
3	61.40%	17.83	13.44	0.513
4	65.10%	17.74	13.29	0.513
5	64.90%	17.62	13.42	0.513
6	65.30%	17.76	13.11	0.513
7	65.30%	18.07	13.1	0.513
8	65.60%	17.18	13.17	0.513
9	64.40%	16.85	13.3	0.513
10	65.80%	17.28	13.04	0.513
Rata-rata	**65.08%**	**16.861**	**13.106**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.8 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 65.08% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 16.861 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 13.106 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 513 kbps.

4.6.1.5 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 768 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 768 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.9 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	45.20%	17.67	9.73	0.769
2	47.80%	17.9	9.69	0.769
3	48.20%	18.63	9.75	0.769
4	46.50%	17.62	9.68	0.769
5	47.50%	18.38	9.81	0.769
6	48.50%	17.63	9.81	0.769
7	46.90%	19.47	9.75	0.769
8	47.20%	19.27	9.8	0.769
9	49.00%	18.76	9.86	0.769
10	46.40%	18.92	9.82	0.769
Rata-rata	**47.32%**	**18.425**	**9.77**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.9 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 47.32% walaupun masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.425 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.77 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 768 kbps.

4.6.1.6 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1024 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 1024 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	34.60%	15.68	7.94	1.025
2	30.10%	14.63	7.88	1.024
3	24.60%	14.98	7.91	1.025
4	31.50%	16.29	7.98	1.025
5	29.20%	15.06	7.93	1.025
6	29.80%	13.86	7.87	1.021
7	29.50%	13.91	7.87	1.023
8	28.40%	14.07	7.91	1.029
9	29.80%	14.51	7.91	1.023
10	27.90%	15.74	7.91	1.025
Rata-rata	**29.54%**	**14.873**	**7.911**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.10 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 29.54% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 14.873 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.911 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda dengan pengukuran sebelumnya, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.025 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1024 kbps.

4.6.1.7 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1280 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 1280 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.11 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	22.00%	13.36	6.74	1.279
2	12.70%	11.14	6.64	1.283
3	13.40%	12.19	6.72	1.278
4	12.40%	12.95	6.64	1.284
5	11.00%	13.15	6.69	1.279
6	13.90%	12.54	6.73	1.275
7	13.20%	11.3	6.65	1.29
8	13.10%	10.5	6.66	1.284
9	11.00%	11.19	6.7	1.281
10	13.50%	11.24	6.68	1.283
Rata-rata	**13.62%**	**11.956**	**6.685**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.11 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 13.62% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.956 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.685 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1280 kbps.

4.6.1.8 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1536 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 1536 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.12 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	9.22	6	1.463
2	0.00%	11.01	6.15	1.422
3	0.00%	10.24	6.04	1.454
4	0.00%	10.86	5.99	1.471
5	0.40%	10.13	6	1.464
6	0.40%	10.03	6.15	1.412
7	0.00%	11.54	6	1.464
8	0.00%	11.96	6.06	1.449
9	0.00%	11.29	6.11	1.432
10	0.00%	9.75	6.09	1.432
Rata-rata	**0.08%**	**10.603**	**6.059**	**1.446**

Berdasarkan tabel 4.12 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0.08% masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan sudah jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.603 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.059 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memnuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.446 mbps. lebih kecil dibandingkan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.446 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 1536 kbps pada jaringan client.

4.6.1.9 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1792 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 1792 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.13 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	11.39	6.08	1.448
2	0.00%	11.09	6	1.475
3	0.00%	10.81	6	1.467
4	0.00%	11.2	6.07	1.456
5	0.00%	10.97	6	1.467
6	0.00%	11.12	6.05	1.456
7	0.00%	11.27	6.07	1.456
8	0.00%	11.54	6.09	1.467
9	0.00%	11.35	6.08	1.473
10	0.00%	10.99	6	1.475
Rata-rata	**0.00%**	**11.173**	**6.044**	**1.464**

Berdasarkan tabel 4.13 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0 % masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.173 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.044 ms. Nilai *delay* yang didapat hampir sama dengan pengukuran sebelumnya hanya berbeda 0.015 ms, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.464 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengan pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai throughput. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.464 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 1792 kbps pada jaringan client.

4.6.1.10 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 2048 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan *bandwidth* 2048 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.14 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	11.04	6.03	1.457
2	0.00%	11.01	6.01	1.445
3	0.00%	10.98	6	1.435
4	0.00%	10.87	6	1.437
5	0.00%	11.15	6.04	1.454
6	0.00%	11.1	6.04	1.454
7	0.00%	10.67	6	1.462
8	0.00%	10.83	6	1.453
9	0.00%	10.78	6	1.427
10	0.00%	11.13	6.04	1.437
Rata-rata	**0.00%**	**10.956**	**6.016**	**1.446**

Berdasarkan tabel 4.14 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0 % masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.956 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.044 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Nilai *delay* yang didapat hampir sama dengan pengukuran sebelumnya hanya berbeda 0.018 ms, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.446 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengn pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai throughput. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.446 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 2048 kbps pada jaringan client.

4.6.2 Pengukuran pada Uji Coba Jaringan MPLS QoS Berdasarkan Bandwidth

Setelah dilakukan uji komunikasi serta pengukuran pada skenario kedua untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan yaitu pada jaringan MPLS dengan QoS didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut :

4.6.2.1 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 64 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 64 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.15 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	96.70%	0	48.04	0.065
2	95.60%	0	47.64	0.065
3	95.50%	0	46.41	0.065
4	95.50%	0	47.28	0.065
5	96.00%	0	48.91	0.065
6	95.40%	0	47.95	0.065
7	95.60%	0	48.59	0.065
8	95.20%	0	48.16	0.065
9	95.90%	0	47.87	0.065
10	95.30%	0	46.94	0.065
Rata-rata	**95.67%**	**0**	**47.779**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.15 diatas, bahwa saat pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran dengan waktu pengamatan 30 detik setiap pengukuran, rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 95.67% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 47.779 ms. *Delay* yang terjadi cukup besar walaupun masih diktegorikan sangat bagus karena masih dibawah 150 ms, *delay* ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut .

4.6.2.2 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 128 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 128 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.16 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	94.40%	0	26.7	0.129
2	94.00%	0	26.47	0.129
3	94.20%	0	27.25	0.129
4	93.90%	0	26.25	0.129
5	94.10%	0	26.34	0.129
6	94.30%	0	26.38	0.129
7	93.40%	0	26.87	0.129
8	93.80%	0	26.41	0.129
9	93.40%	0	25.81	0.129
10	94.00%	0	27.06	0.129
Rata-rata	**93.95%**	**0**	**26.554**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.16 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 93.95% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 26.554 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

4.6.2.3 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 256 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 256 Kbps

dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.17 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	89.30%	12.81	18.84	0.257
2	84.50%	11.62	18.32	0.257
3	83.60%	13.38	18.55	0.257
4	83.20%	13.39	18.63	0.257
5	83.30%	10.49	18.59	0.257
6	84.20%	12.22	18.25	0.257
7	83.40%	13.28	18.53	0.257
8	83.40%	12.5	18.08	0.257
9	83.10%	14.28	18.46	0.257
10	83.20%	12.05	18.95	0.257
Rata-rata	**84.12%**	**12.602**	**18.52**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.17 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 84.12% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.602 ms sudah termasuk dalam kategori bagus karena nilai *jitter* masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 18.52 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

4.6.2.4 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 512 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 512 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.18 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	63.60%	18.41	13.11	0.513
2	44.50%	14.49	12.26	0.513
3	58.50%	18.26	12.75	0.513
4	64.30%	18.3	13.03	0.513
5	64.20%	17.49	13.12	0.513
6	62.00%	19.39	12.98	0.513
7	64.70%	18.19	13.05	0.513
8	65.30%	16.81	13.06	0.513
9	64.80%	18.88	12.87	0.513
10	66.10%	18.4	13.08	0.513
Rata-rata	**61.80%**	**17.862**	**12.931**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.18 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 61.08% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 17.862. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 12.931 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 513 kbps.

4.6.2.5 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 768 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 768 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.19 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	47.90%	18.85	9.94	0.769
2	31.00%	18.77	9.7	0.77
3	57.00%	18.68	9.95	0.768
4	47.90%	17.81	9.79	0.769
5	48.40%	19.18	9.91	0.769
6	47.90%	19.19	9.93	0.769
7	46.10%	19.47	9.95	0.769
8	47.50%	18.29	9.73	0.769
9	49.30%	18.87	9.91	0.769
10	43.60%	18.96	9.84	0.769
Rata-rata	**46.66%**	**18.807**	**9.865**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.19 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 46.66% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.807 ms sudah termasuk dalam kategori bagus berdasarkan rekomendasi dari TIPHON. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.865 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 768 kbps.

4.6.2.6 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1024 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 1024 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.20 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	29.40%	16.28	7.98	1.025
2	18.00%	15.79	7.94	1.025
3	28.90%	14.09	7.97	1.025
4	29.60%	16.23	7.93	1.025
5	29.60%	15.86	7.97	1.025
6	28.50%	16.32	7.96	1.025
7	28.60%	16.69	7.94	1.025
8	36.70%	15.77	8	1.025
9	28.90%	15.66	7.9	1.025
10	20.30%	16.06	7.93	1.025
Rata-rata	**27.85%**	**15.875**	**7.952**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.20 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 27.85% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 15.875 ms, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.952 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda dengan pengukuran sebelumnya, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.025 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1024 kbps.

4.6.2.7 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1280 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 1280 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.21 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	9.90%	11.43	7.03	1.186
2	7.70%	12.14	6.72	1.265
3	6.30%	12.55	6.65	1.286
4	11.40%	11.11	6.7	1.281
5	6.50%	11.91	6.7	1.273
6	11.60%	12.25	6.71	1.281
7	11.10%	11.11	6.68	1.282
8	11.30%	11.38	6.69	1.28
9	8.50%	12.55	6.67	1.284
10	6.80%	11.79	6.85	1.229
Rata-rata	**9.11%**	**11.822**	**6.74**	**1.265**

Berdasarkan tabel 4.21 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 9.11% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.822 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.74 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.265 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1280 kbps.

4.6.2.8 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1536 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 1536 Kbps dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.22 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	10.66	5.95	1.477
2	0.00%	11.07	5.98	1.473
3	1.10%	10.68	6.04	1.462
4	1.70%	11.94	6.06	1.45
5	0.00%	11.53	5.91	1.493
6	0.00%	11.79	6.07	1.447
7	0.00%	11.01	6.06	1.452
8	0.00%	11.8	5.96	1.482
9	0.00%	10.05	6.02	1.462
10	0.00%	9.02	6.04	1.455
Rata-rata	**0.28%**	**10.955**	**6.009**	**1.465**

Berdasarkan tabel 4.22 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0.28% masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan dengan persentase paket *loss* tersebut video yang dihasilkan sudah jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.955 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.009 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memnuhi persyaratan untuk dapat menikmati layanan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.465 mbps. lebih kecil dibandingkan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya (aktual) untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.465 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 1536 kbps pada jaringan client.

4.6.2.9 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 1792 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 1792 Kbps

dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.23 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	10.3	5.97	1.47
2	0.00%	10.94	5.97	1.477
3	0.00%	10.81	6.07	1.452
4	0.00%	12	6.28	1.381
5	0.00%	11.83	6.35	1.36
6	0.00%	12.08	5.95	1.479
7	0.00%	10.52	5.65	1.582
8	0.00%	11.81	5.96	1.486
9	0.00%	10.15	6.02	1.464
10	0.00%	10.08	6.08	1.445
Rata-rata	**0.00%**	**11.052**	**6.03**	**1.459**

Berdasarkan tabel 4.23 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0 % masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.052 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.03 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Nilai *delay* yang didapat hampir sama dengan pengukuran sebelumnya hanya berbeda 0.021 ms, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layanan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.459 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengn pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai throughput. Bisa dikatakan bahwa bandwidth yang sebenarnya (aktual) untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.459 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 1792 kbps pada jaringan client.

4.6.2.10 Pengamatan Pada Uji Coba *Bandwidth* 2048 Kbps

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS dengan QoS dan pemberian *bandwidth* sebesar 2048 Kbps

dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.24 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan QoS

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	10.99	5.87	1.5
2	0.00%	11.16	5.81	1.542
3	0.00%	11.39	6.1	1.442
4	0.00%	11.32	5.76	1.55
5	0.00%	11.32	6	1.47
6	0.00%	11.64	6.28	1.379
7	0.00%	11.25	6.11	1.442
8	0.00%	11.35	5.87	1.516
9	0.00%	9.71	5.96	1.486
10	0.00%	8.78	6.06	1.452
Rata-rata	**0.00%**	**10.891**	**5.982**	**1.478**

Berdasarkan tabel 4.24 diatas, didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0 % masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.891 ms termasuk dalam kategori bagus berdasarkan referensi dari TIPHON dengan nilai *jitter* dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 5.982 ms masuk kedalam kategori sagat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON dengan nilai *delay* dibawah 150 ms. Nilai *delay* yang didapat hampir sama dengan pengukuran sebelumnya hanya berbeda 0.048 ms, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layanan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.478 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengn pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai throughput. Bisa disimpulkan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya untuk memutar layanan VoD sebesar nilai *throughput* yaitu 1.478 mbps pada pengujian dengan memberikan *bandwidth* 2048 kbps pada jaringan client.

4.6.3 Pengukuran pada Uji Coba Jaringan Biasa Berdasarkan Beban

Setelah dilakukan uji komunikasi serta pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP biasa. Tidak berbeda dengan pengujian pada skenario pertama, Tetapi pada pengujian ini jaringan akan dibebani trafik sebasar 10%, 20%, 40% dan 80% dari *bandwidth* yang telah disediakan. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut :

4.6.3.1 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 10%

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik sebesar 10% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.25 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	97.00%	0	53.87	0.065
2	97.70%	0	55.1	0.065
3	96.70%	0	55.59	0.065
4	97.80%	0	56.77	0.065
5	96.60%	0	54.1	0.065
6	98.50%	0	53.45	0.065
7	97.60%	0	54.59	0.065
8	97.90%	0	53.72	0.065
9	96.60%	0	53.74	0.065
10	97.80%	0	52.96	0.065
Rata-rata	**97.42%**	**0**	**54.39**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.25, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 97.42% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi

karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 54.39 ms. Delay yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan pada pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.26 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	95.20%	0	26.19	0.129
2	94.90%	0	25.03	0.129
3	94.70%	0	24.89	0.129
4	95.40%	0	24.01	0.129
5	94.30%	0	25.9	0.129
6	95.20%	0	25.9	0.129
7	96.50%	0	24.51	0.129
8	96.60%	0	25.8	0.129
9	96.50%	0	27.83	0.129
10	94.80%	0	26.79	0.129
Rata-rata	**95.41%**	**0**	**25.68**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.26, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 95.41% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata

Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 25.68 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.27 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	86.40%	11.52	19.1	0.257
2	88.70%	12.04	20.9	0.257
3	87.90%	13.56	19.85	0.257
4	87.90%	13.02	19.2	0.257
5	86.30%	13.73	18.97	0.257
6	84.20%	13.73	19.31	0.257
7	85.20%	11.53	19.25	0.257
8	84.80%	14.3	20.68	0.257
9	85.80%	11.56	21.94	0.257
10	86.60%	13.19	19.27	0.257
Rata-rata	**86.38%**	**12.82**	**19.85**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.27 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 86.38% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.82 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari

TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 19.5 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari bandwidth yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.28 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	69.52%	10.52	14.12	0.513
2	67.50%	17.76	14.07	0.513
3	67.40%	17.83	13.44	0.513
4	68.10%	17.74	13.29	0.513
5	68.90%	17.62	15.42	0.513
6	69.30%	17.76	14.11	0.513
7	68.30%	18.07	14.1	0.513
8	68.60%	17.18	14.17	0.513
9	66.40%	16.85	14.3	0.513
10	67.80%	17.28	15.04	0.513
Rata-Rata	**68.18%**	**16.86**	**14.21**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.28 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 68.18% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 16.86 ms sudah termasuk dalam kategori bagus.

Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 14.21 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.29 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet Loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	46.20%	17.67	10.73	0.769
2	48.80%	17.9	10.69	0.769
3	46.20%	18.63	11.75	0.769
4	48.50%	17.62	9.68	0.769
5	48.50%	18.38	10.81	0.769
6	49.50%	17.63	10.81	0.769
7	47.90%	19.47	9.75	0.769
8	49.00%	19.27	11.8	0.769
9	49.00%	18.76	10.86	0.769
10	47.40%	18.92	10.82	0.769
Rata-Rata	**48.10%**	**18.43**	**10.77**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.29 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 48.10% walaupun masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.43 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 10.77 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh

kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. Besar nya sama dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu sebesar 768 kbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.30 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet Loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	36.60%	15.68	6.94	1.025
2	32.10%	14.63	8.88	1.024
3	33.60%	14.98	8.91	1.024
4	33.50%	16.29	8.98	1.025
5	32.20%	15.06	7.93	1.025
6	33.80%	13.86	8.87	1.021
7	32.50%	13.91	8.87	1.023
8	34.40%	14.07	7.91	1.024
9	34.80%	14.51	7.91	1.024
10	33.90%	15.74	7.91	1.025
Rata-Rata	**33.74%**	**14.87**	**8.31**	**1.024**

Berdasarkan tabel 4.30 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 33.74% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 14.87 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.31 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak

terlalu berbeda dengan pengukuran sebelumnya, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.024 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.31 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	16.00%	13.36	7.74	1.279
2	15.70%	11.14	8.64	1.283
3	16.40%	12.19	7.72	1.278
4	16.40%	12.95	8.64	1.284
5	14.00%	13.15	8.69	1.279
6	14.90%	12.54	8.73	1.275
7	15.20%	11.3	7.65	1.29
8	15.10%	10.5	8.66	1.284
9	13.00%	11.19	8.7	1.281
10	14.50%	11.24	7.68	1.283
Rata-rata	**15.12%**	**11.96**	**8.28**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.31 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 15.12% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.96 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.28 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun

semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.32 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	4.00%	9.22	7	1.537
2	5.00%	11.01	7.15	1.537
3	5.60%	10.24	7.04	1.537
4	5.45%	10.86	7.99	1.537
5	4.89%	10.13	6	1.537
6	5.40%	10.03	7.15	1.537
7	6.20%	11.54	8	1.537
8	5.12%	11.96	7.06	1.537
9	5.00%	11.29	7.11	1.537
10	4.75%	9.75	7.09	1.537
Rata-rata	**5.14%**	**10.6**	**7.16**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.32 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 5.14% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar dan suara yang masih hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.6 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.16 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536

kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.33 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	2.00%	11.39	7.08	1.627
2	2.95%	11.09	7	1.654
3	2.75%	10.81	7	1.646
4	2.69%	11.2	7.07	1.646
5	2.00%	10.97	7	1.646
6	2.75%	11.12	7.05	1.646
7	3.21%	11.27	7.07	1.646
8	2.50%	11.54	7.09	1.647
9	3.00%	11.35	7.08	1.652
10	2.95%	10.99	7	1.654
Rata-rata	**2.68%**	**11.17**	**7.04**	**1.646**

Berdasarkan tabel 4.33 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 2.68 % masuk kedalam kategori bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas tetapi masih ada beberapa gambar yang hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.17 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.04 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.646 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.34 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	1.15%	11.04	6.03	1.661
2	1.10%	11.01	6.01	1.649
3	0.98%	10.98	6	1.639
4	1.75%	10.87	6	1.641
5	1.50%	11.15	6.04	1.658
6	1.15%	11.1	6.04	1.658
7	1.20%	10.67	6	1.666
8	0.75%	10.83	6	1.657
9	0.50%	10.78	6	1.631
10	1.10%	11.13	6.04	1.641
Rata-rata	**1.12%**	**10.96**	**6.02**	**1.651**

Berdasarkan tabel 4.34 diatas, dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 1.12 % masuk kedalam kategori bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas tetapi masih ada beberapa gambar yang hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.96 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.02 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.651 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengn pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

4.6.3.2 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 20%

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik sebesar 20% dan parameter yang

diamati berupa *delay*, *jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.35 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	99.00%	0	55.87	0.065
2	98.70%	0	54.1	0.065
3	98.70%	0	55.59	0.065
4	99.80%	0	55.77	0.065
5	99.60%	0	55.1	0.065
6	98.50%	0	54.45	0.065
7	98.60%	0	55.59	0.065
8	98.90%	0	53.72	0.065
9	99.60%	0	55.74	0.065
10	98.80%	0	54.96	0.065
Rata-rata	**99.02%**	**0**	**55.09**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.35 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 99.02% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 55.09 ms lebih besar dari pada pengujian yang dilakukan pada beban trafik 10 % dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 kbps. Delay yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan

yang digunakan pada pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.36 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	97.20%	0	32.19	0.129
2	97.90%	0	31.03	0.129
3	97.70%	0	31.89	0.129
4	98.40%	0	32.01	0.129
5	96.30%	0	30.9	0.129
6	95.20%	0	31.9	0.129
7	97.50%	0	30.51	0.129
8	96.60%	0	31.8	0.129
9	95.50%	0	31.83	0.129
10	95.80%	0	30.79	0.129
Rata-rata	**96.81%**	**0**	**31.48**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.36, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 96.81% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 31.48 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena

bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.37 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	88.40%	11.52	22.1	0.257
2	90.70%	12.04	23.9	0.257
3	91.90%	13.56	21.85	0.257
4	89.90%	13.02	22.2	0.257
5	89.30%	13.73	21.97	0.257
6	90.20%	13.73	23.31	0.257
7	91.20%	11.53	22	0.257
8	89.80%	14.3	22.68	0.257
9	88.80%	11.56	23.94	0.257
10	90.60%	13.19	22.27	0.257
Rata-rata	**90.08%**	**12.88**	**22.63**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.37 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 90.08% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.88 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 26.63 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.38 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	70.52%	10.02	15.12	0.513
2	68.50%	10.39	15.07	0.513
3	68.40%	10.92	16.44	0.513
4	69.10%	11	15.29	0.513
5	70.90%	10.36	16.42	0.513
6	67.30%	10.12	16.11	0.513
7	69.30%	10.81	15.1	0.513
8	70.60%	11.08	16.17	0.513
9	69.40%	10.51	16.3	0.513
10	69.80%	10.42	16.04	0.513
Rata-rata	**69.38%**	**10.56**	**15.86**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.38 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 69.38% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.56 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 15.86 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.39 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	45.20%	10.92	9.73	0.769
2	47.80%	11	9.69	0.769
3	48.20%	10.36	9.75	0.769
4	46.50%	10.12	9.68	0.769
5	47.50%	10.5	9.81	0.769
6	48.50%	11.19	9.81	0.769
7	46.90%	11.24	9.75	0.769
8	47.20%	13.86	9.8	0.769
9	49.00%	13.91	9.86	0.769
10	46.40%	14.07	9.82	0.769
Rata-rata	**47.32%**	**11.72**	**9.77**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.39 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 47.32% walaupun masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.72 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.77 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. Besar nya sama dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu sebesar 768 kbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.40 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	34.60%	13.68	11.94	1.025
2	30.10%	12.63	11.88	1.024
3	24.60%	10.15	11.91	1.025
4	31.50%	10.86	11.98	1.025
5	29.20%	11.91	11.93	1.025
6	29.80%	12.9	12.87	1.021
7	29.50%	11.25	11.87	1.023
8	28.40%	13.07	10.91	1.029
9	29.80%	12.51	10.91	1.023
10	27.90%	13.74	10.91	1.025
Rata-rata	**29.54%**	**12.27**	**11.71**	**1.024**

Berdasarkan tabel 4.40 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 29.54% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.27 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 11.71 ms. *Delay* yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan pengujian pada beban 10% dengan *bandwidth* yang sama disebabkan oleh kenaikan pesentase beban yang deiberikan. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.024 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.41 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	17.10%	13.36	10.74	1.279
2	17.70%	11.14	9.64	1.283
3	18.40%	12.19	9.72	1.278
4	16.40%	12.95	9.64	1.284
5	17.00%	13.15	9.69	1.279
6	16.90%	12.54	9.73	1.275
7	16.20%	11.3	8.65	1.29
8	17.10%	10.5	9.66	1.284
9	17.00%	11.19	9.7	1.281
10	16.50%	11.24	8.68	1.283
Rata-rata	**17.03%**	**11.98**	**9.58**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.41 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 17.03% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.98 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.58 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.42 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	10.75%	11.52	8	1.537
2	9.50%	12.04	8.15	1.537
3	8.50%	13.56	9.04	1.537
4	10.20%	13.02	8.99	1.537
5	8.98%	13.73	8	1.537
6	10.78%	13.73	9.15	1.537
7	9.10%	11.53	8	1.537
8	8.50%	14.3	8.06	1.537
9	9.00%	11.56	8.11	1.537
10	10.50%	13.19	7.09	1.537
Rata-Rata	**9.58%**	**12.82**	**8.26**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.42 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 9.58% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar dan suara yang masih hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.82 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.26 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.43 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	8.50%	11.39	7.08	1.792
2	7.96%	11.09	7.2	1.793
3	8.20%	10.81	7.1	1.793
4	8.00%	11.2	7.07	1.792
5	6.84%	10.97	7.15	1.793
6	7.10%	11.12	7.05	1.793
7	6.95%	11.27	7.07	1.793
8	7.15%	11.54	6.09	1.792
9	9.50%	11.35	7.08	1.793
10	8.10%	10.99	7.3	1.792
Rata-Rata	**7.83%**	**11.13**	**7.02**	**1.793**

Berdasarkan tabel 4.43 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 7.83% masuk kedalam kategori bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar yang hilang atau tidak jelas, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang menyebabkan paket banyak yang dibuang (*drop*). Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.13 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.02 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.793 mbps.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.44 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	5.50%	11.04	6.08	1.866
2	5.90%	11.01	6	1.854
3	4.78%	10.98	6	1.844
4	6.90%	10.87	6.07	1.846
5	6.12%	11.15	6	1.863
6	4.50%	11.1	6.05	1.863
7	6.15%	10.67	6.07	1.871
8	5.00%	10.83	6.09	1.862
9	5.10%	10.78	6.08	1.836
10	5.50%	11.13	6	1.846
Rata-Rata	**5.55%**	**10.99**	**6.04**	**1.855**

Berdasarkan tabel 4.44 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 5.55% masuk kedalam kategori bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih terdapat beberapa gambar yang hilang walaupun *bandwidth* yang diberikan sudah memadai, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.99 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.04 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.855 mbps. tidak terlalu jauh berbeda dengn pengukuran sebelumnya. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

4.6.3.3 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 40%

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik sebesar 40% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.45 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	99.50%	0	59.87	0.065
2	98.70%	0	57.1	0.065
3	98.70%	0	58.59	0.065
4	99.80%	0	58.77	0.065
5	97.60%	0	57.1	0.065
6	97.50%	0	57.45	0.065
7	98.60%	0	58.59	0.065
8	98.90%	0	58.72	0.065
9	98.60%	0	58.74	0.065
10	99.80%	0	58.96	0.065
Rata-Rata	**98.77%**	**0**	**58.39**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.45 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 98.77% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 58.39 ms lebih besar dari pada pengujian yang dilakukan pada beban trafik 20 % dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 kbps. Delay yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan pada pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena

bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.46 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	98.20%	0	45.68	0.129
2	97.90%	0	44.95	0.129
3	99.70%	0	46.98	0.129
4	97.40%	0	45.78	0.129
5	98.10%	0	44.58	0.129
6	97.20%	0	45.25	0.129
7	98.50%	0	45.1	0.129
8	97.60%	0	46.8	0.129
9	98.50%	0	46.81	0.129
10	97.80%	0	46.45	0.129
Rata-Rata	**98.09%**	**0**	**45.84**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.46, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 98.09% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 45.84 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.47 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	93.40%	11.52	44.1	0.257
2	92.70%	12.04	44.9	0.257
3	94.90%	13.56	43.85	0.257
4	94.90%	13.02	42.2	0.257
5	93.30%	13.73	43.97	0.257
6	92.20%	13.73	41.31	0.257
7	95.20%	11.53	40.85	0.257
8	94.80%	14.3	41.68	0.257
9	94.80%	11.56	41.94	0.257
10	93.60%	13.19	40.27	0.257
Rata-Rata	**93.98%**	**12.88**	**42.51**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.47 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 93.98% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.88 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 42.51 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.48 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	86.52%	10.52	25.12	0.513
2	88.50%	17.76	26.04	0.513
3	87.40%	17.83	25.98	0.513
4	89.10%	17.74	26.15	0.513
5	88.90%	17.62	26.45	0.513
6	85.30%	17.76	24.55	0.513
7	85.30%	18.07	25.08	0.513
8	89.60%	17.18	25.56	0.513
9	88.40%	16.85	25.8	0.513
10	88.80%	17.28	26.45	0.513
Rata-Rata	**87.78%**	**16.81**	**25.72**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.48 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 87.78% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 16.81 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 25.72 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.49 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	81.10%	10.02	24.67	0.769
2	81.50%	10.39	23.85	0.769
3	83.00%	10.92	24.68	0.769
4	84.50%	11	24.65	0.769
5	85.50%	10.36	28.56	0.769
6	82.50%	10.12	24.9	0.769
7	84.90%	10.81	23.5	0.769
8	83.20%	11.08	24.65	0.769
9	84.00%	10.51	24.06	0.769
10	83.40%	10.42	24.88	0.769
Rata-Rata	**83.36%**	**10.53**	**24.84**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.49 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 83.36% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.53 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 24.84 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.50 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	76.50%	15.68	23.45	1.025
2	76.89%	14.63	23.55	1.024
3	76.80%	14.98	22.95	1.025
4	76.10%	16.29	23.05	1.025
5	77.15%	15.06	23.56	1.025
6	77.90%	13.86	23.45	1.021
7	77.80%	13.91	22.85	1.023
8	78.40%	14.07	23.1	1.029
9	79.80%	14.51	23.25	1.023
10	77.90%	15.74	22.88	1.025
Rata-Rata	**77.52%**	**14.83**	**23.21**	**1.024**

Berdasarkan tabel 4.50 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 77.52% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 14.83 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 23.21 ms. *Delay* yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan pengujian pada beban 20% dengan *bandwidth* yang sama disebabkan oleh kenaikan pesentase beban yang diberikan. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.024 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.51 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	69.50%	13.36	22.5	1.281
2	70.00%	11.14	23.23	1.283
3	69.00%	12.19	23.44	1.284
4	68.50%	12.95	22.58	1.284
5	68.73%	13.15	23.1	1.282
6	69.80%	12.54	23.55	1.281
7	71.10%	11.3	24.1	1.288
8	71.15%	10.5	22.75	1.285
9	69.50%	11.19	22.15	1.284
10	68.90%	11.24	21.59	1.285
Rata-Rata	**69.62%**	**11.86**	**22.99**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.51 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 69.62% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, pada pengujian ini video masih tidak dapat ditonton dengan jelas karena masih banyak terdapat paket yang hilang (*drop*) yang disebabkan olen beban trafik yang diberikan secara

bersmaan disaat menjalankan layanan VoD. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.98 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.58 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.52 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	65.00%	13.36	20.12	1.537
2	63.45%	11.14	20.98	1.537
3	64.50%	12.19	21.22	1.537
4	65.55%	10.86	23.1	1.537
5	65.59%	12.95	21.5	1.537
6	64.40%	13.15	22.4	1.537
7	64.75%	12.54	22.65	1.537
8	66.10%	11.3	22.56	1.537
9	65.75%	10.5	23.54	1.537
10	65.80%	9.75	21.45	1.537
Rata-Rata	**65.09%**	**11.78**	**21.92**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.52 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 69.09% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar dan suara yang masih hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.78 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 21.92 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah

1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.53 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	60.00%	13.36	17.5	1.792
2	61.25%	13.36	17.5	1.793
3	60.10%	11.14	17.8	1.793
4	60.50%	12.95	16.9	1.792
5	59.85%	13.15	17.9	1.791
6	59.90%	12.54	17.89	1.792
7	61.10%	12.95	17.15	1.792
8	60.50%	13.15	16.88	1.793
9	60.00%	12.54	18.1	1.793
10	61.75%	11.24	18.25	1.792
Rata-Rata	**60.50%**	**12.67**	**17.59**	**1.792**

Berdasarkan tabel 4.53 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 60.50% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih terlihat banyak sekali gambar yang hilang atau tidak jelas, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang menyebabkan paket banyak yang dibuang (*drop*). Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.97 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 17.59 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.793 mbps.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.54 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	57.00%	11.94	14.18	2.048
2	57.80%	12.74	14.28	2.047
3	58.30%	12.57	14.74	2.049
4	56.50%	11.56	14.09	2.048
5	58.40%	12.81	14.13	2.048
6	57.30%	13.52	14.44	2.047
7	58.70%	12.45	14.85	2.049
8	57.70%	13.33	14.15	2.049
9	58.40%	11.27	14.77	2.047
10	58.50%	11.23	14.68	2.048
Rata-Rata	**57.86%**	**12.34**	**14.43**	**2.048**

Berdasarkan tabel 4.54 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 57.86 % masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih tidak dapat ditonton walaupun *bandwidth* yang diberikan sudah memadai, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang semakin besar. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.34 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 14.43 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 2.048 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan pada jaringan dilalui trafik selain trafik VoD sebesar 40% dari *bandwidth*.

4.6.3.4 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 80%

Dari hasil pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik sebesar 80% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.55 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	99.90%	0	58.04	0.065
2	99.80%	0	57.64	0.065
3	99.70%	0	57.41	0.065
4	99.75%	0	57.28	0.065
5	99.90%	0	58.91	0.065
6	99.80%	0	57.95	0.065
7	99.50%	0	58.59	0.065
8	99.50%	0	58.16	0.065
9	99.50%	0	57.87	0.065
10	98.85%	0	58.94	0.065
Rata-Rata	**99.62%**	**0**	**58.08**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.55 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 99.62% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan ditambah lagi dengan beban yang diberikan pada jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 58.08 ms lebih besar dari pada pengujian yang dilakukan pada beban trafik 40 % dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 kbps. *Delay* yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada

sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.56 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	97.40%	0	46.7	0.129
2	98.00%	0	46.47	0.129
3	97.20%	0	47.25	0.129
4	98.90%	0	46.25	0.129
5	98.10%	0	46.34	0.129
6	99.30%	0	46.38	0.129
7	97.40%	0	46.87	0.129
8	99.00%	0	46.41	0.129
9	98.40%	0	46.81	0.129
10	98.00%	0	47.06	0.129
Rata-Rata	**98.17%**	**0**	**46.65**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.56, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 98.17% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 46.65 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.57 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	97.70%	12.81	44.5	0.257
2	96.60%	11.62	44.56	0.257
3	96.50%	13.38	45.23	0.257
4	96.50%	13.39	44.98	0.257
5	96.00%	10.49	45.15	0.257
6	96.40%	12.22	44.56	0.257
7	95.60%	13.28	44.5	0.257
8	96.20%	12.5	45.21	0.257
9	95.90%	14.28	45.36	0.257
10	95.30%	12.05	43.19	0.257
Rata-Rata	**96.27%**	**12.62**	**44.74**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.57 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 96.27% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.62 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 44.74 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.58 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	92.40%	18.41	42.11	0.513
2	93.00%	14.49	42.26	0.513
3	91.20%	18.26	43.75	0.513
4	92.90%	18.3	43.03	0.513
5	93.10%	17.49	42.12	0.513
6	92.30%	19.39	41.98	0.513
7	91.40%	18.19	42.05	0.513
8	93.80%	16.81	42.06	0.513
9	92.40%	18.88	41.87	0.513
10	92.00%	18.4	42.08	0.513
Rata-Rata	**92.45%**	**17.86**	**42.33**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.58 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 92.45% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Untuk beban trafik dan *bandwidth* yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 17.86 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 25.72 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps karena *bandwidth* yang diberikan masih belum memadai untuk dapat menjalakan layanan VoD.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.59 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	89.90%	18.85	39.94	0.769
2	88.50%	18.77	39.7	0.77
3	89.25%	18.68	39.95	0.768
4	88.75%	17.81	39.79	0.769
5	88.65%	19.18	39.91	0.769
6	89.65%	19.19	39.93	0.769
7	89.15%	19.47	39.95	0.769
8	89.50%	18.29	39.73	0.769
9	88.90%	18.87	39.91	0.769
10	90.00%	18.96	39.84	0.769
Rata-Rata	**89.23%**	**18.87**	**39.85**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.59 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 89.23% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.87 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 39.85 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 0.769 mbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.60 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	86.70%	16.28	35.98	1.025
2	86.78%	15.79	35.56	1.025
3	86.00%	14.09	35.78	1.025
4	86.15%	16.23	34.56	1.025
5	87.78%	15.86	33.15	1.025
6	87.90%	16.32	32.89	1.025
7	88.00%	16.69	33.22	1.025
8	86.50%	15.77	34.56	1.025
9	87.00%	15.66	35.1	1.025
10	86.75%	16.06	36.39	1.025
Rata-Rata	**86.96%**	**15.87**	**34.72**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.60 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 89.96% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 15.87 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 34.72 ms. *Delay* yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan pengujian pada beban 40% dengan *bandwidth* yang sama disebabkan oleh kenaikan pesentase beban yang diberikan. Sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 1.024 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.61 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	86.50%	11.43	32.05	1.286
2	86.47%	12.14	31.25	1.265
3	85.90%	12.55	30.5	1.286
4	85.50%	13.15	32.56	1.281
5	85.75%	12.54	33.54	1.273
6	85.15%	11.3	32.8	1.281
7	86.15%	10.5	33.5	1.282
8	86.80%	11.38	33.15	1.28
9	85.90%	12.55	32.89	1.284
10	85.25%	11.79	33.22	1.229
Rata-Rata	**85.94%**	**11.93**	**32.56**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.61, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 85.94%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) lebih dari 50%. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 11.93 ms.

Delay rata-rata didapat sebesar 32.56 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 1282 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.62 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	83.50%	11.19	30.5	1.537
2	82.90%	11.38	31.56	1.537
3	82.80%	12.55	32.05	1.537
4	83.12%	13.39	31.25	1.537
5	82.50%	12.81	30.5	1.537
6	82.56%	13.18	31.5	1.537
7	82.75%	14.54	30.8	1.537
8	84.00%	12.08	31.25	1.537
9	83.25%	14.28	30.5	1.537
10	83.25%	12.05	30.15	1.537
Rata-Rata	**83.06%**	**12.73**	**31.06**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.62, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 83.06%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) lebih dari 50%. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 12.73 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 31.06 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 1.537 mbps Pada

pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.63 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	80.25%	12.08	29.97	1.793
2	81.50%	14.28	25.97	1.793
3	82.00%	12.05	26.07	1.793
4	81.25%	13.18	28.28	1.793
5	81.50%	14.54	28.35	1.793
6	82.50%	12.08	27.95	1.793
7	80.75%	10.52	28.65	1.793
8	82.10%	11.81	29.96	1.793
9	81.80%	10.15	28.02	1.793
10	82.00%	10.08	28.08	1.793
Rata-Rata	**81.57%**	**12.77**	**28.13**	**1.793**

Berdasarkan tabel 4.63, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 81.57%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) lebih dari 50%. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 12.77 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 28.13 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 1.793 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan TCP/IP dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.64 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	78.60%	12.71	28.36	2.048
2	77.40%	13.8	26.89	2.049
3	77.40%	12.83	26.7	2.048
4	78.10%	13.33	27.9	2.048
5	78.80%	13.53	24	2.048
6	78.70%	12.16	27.87	2.049
7	79.70%	13.58	30.52	2.048
8	76.30%	12.81	24.86	2.047
9	77.60%	13.18	27.27	2.048
10	76.60%	14.54	32.64	2.048
Rata-Rata	**77.92%**	**13.27**	**27.71**	**2.048**

Berdasarkan tabel 4.64, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 77.92%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) lebih dari 50%. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 13.27 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 27.71 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 2.048 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

4.6.4 Pengukuran pada Uji Coba jaringan MPLS QoS Berdasarkan Beban

Setelah dilakukan uji komunikasi serta pengukuran pada layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS. Tidak berbeda dengan pengujian pada skenario kedua, Tetapi pada pengujian ini jaringan akan dibebani trafik sebasar 10%, 20%, 40% dan 80% dari *bandwidth* yang telah disediakan.

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut :

4.6.4.1 Pengamatan Pada Uji Coba dengan beban 10%

Dari hasil pengukuran pada skenario keempat untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik sebesar 10% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.65 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	96.70%	0	51	0.065
2	95.60%	0	50.64	0.065
3	95.50%	0	49.41	0.065
4	96.50%	0	49.28	0.065
5	96.00%	0	49.91	0.065
6	96.40%	0	51	0.065
7	96.60%	0	49.59	0.065
8	95.20%	0	49.16	0.065
9	96.90%	0	49.87	0.065
10	95.30%	0	50.94	0.065
Rata-rata	**96.07%**	**0**	**50.08**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.65 , dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% saat pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran dengan waktu pengamatan 30 detik setiap pengukuran, rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 96.07% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah

50.08 ms. Delay yang terjadi cukup besar walaupun masih diktegorikan sangat bagus karena masih dibawah 150 ms, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut .

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.66 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	94.40%	0	26.7	0.129
2	94.00%	0	26.47	0.129
3	94.20%	0	27.25	0.129
4	93.90%	0	26.25	0.129
5	94.10%	0	26.34	0.129
6	94.30%	0	26.38	0.129
7	95.40%	0	26.87	0.129
8	93.80%	0	26.41	0.129
9	94.40%	0	25.81	0.129
10	94.00%	0	27.06	0.129
Rata-rata	**94.25%**	**0**	**26.55**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.66, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 94.25% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 26.55 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan

yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.67 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	84.30%	12.81	18.84	0.257
2	84.50%	11.62	18.32	0.257
3	83.60%	13.38	18.55	0.257
4	85.20%	13.39	18.63	0.257
5	84.30%	10.49	18.59	0.257
6	84.20%	12.22	18.25	0.257
7	83.40%	13.28	18.53	0.257
8	83.40%	12.5	18.08	0.257
9	84.10%	14.28	18.46	0.257
10	83.20%	12.05	18.95	0.257
Rata-Rata	**84.02%**	**12.62**	**18.52**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.67, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 84.02% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.62 ms sudah termasuk dalam kategori bagus karena nilai *jitter* masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 18.52 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada

sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.68 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	63.60%	17.41	13.11	0.513
2	64.50%	14.49	12.26	0.513
3	62.50%	18.26	12.75	0.513
4	63.30%	18.3	13.03	0.513
5	64.20%	17.49	13.12	0.513
6	62.00%	15.39	12.98	0.513
7	64.70%	16.19	13.05	0.513
8	65.30%	16.81	13.06	0.513
9	64.80%	14.88	12.87	0.513
10	66.10%	18.4	13.08	0.513
Rata-rata	**64.10%**	**16.76**	**12.93**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.68, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 64.10% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 16.76. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 12.93 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 513 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.69 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	47.90%	18.85	9.54	0.769
2	46.00%	18.77	9.85	0.77
3	46.50%	18.68	9.69	0.768
4	47.90%	17.81	8.8	0.769
5	48.40%	19.18	8.53	0.769
6	46.90%	19.19	8.45	0.769
7	46.10%	19.47	11.8	0.769
8	47.50%	18.29	9.89	0.769
9	46.30%	18.87	8.54	0.769
10	43.60%	18.96	10.5	0.769
Rata-Rata	**46.71%**	**18.81**	**9.56**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.69, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 46.71% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.81 ms sudah termasuk dalam kategori bagus berdasarkan rekomendasi dari TIPHON. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 9.56 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 768 kbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.70 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	30.40%	16.58	7.98	1.025
2	28.50%	15.49	7.94	1.025
3	29.90%	14.49	7.97	1.025
4	28.60%	16.29	7.93	1.025
5	30.60%	15.66	7.97	1.025
6	29.50%	16.5	7.96	1.025
7	28.60%	15.69	7.94	1.025
8	29.70%	15.8	8	1.025
9	28.90%	15.6	7.9	1.025
10	29.30%	16	7.93	1.025
Rata-rata	**29.40%**	**15.81**	**7.952**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.70, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 29.40% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah telihat lebih jelas. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 15.875 ms, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.952 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda dengan pengukuran sebelumnya. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.025 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1024 kbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.71 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	9.90%	11.43	7.03	1.281
2	9.70%	12.14	6.72	1.281
3	9.30%	12.55	6.65	1.281
4	8.40%	11.11	6.7	1.281
5	8.50%	11.91	6.7	1.281
6	9.60%	12.25	6.71	1.281
7	8.10%	11.11	6.68	1.281
8	8.30%	11.38	6.69	1.281
9	8.50%	12.55	6.67	1.281
10	9.80%	11.79	6.85	1.281
Rata-rata	**9.01%**	**11.82**	**6.74**	**1.281**

Berdasarkan tabel 4.71, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 9.01% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.82 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.74 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu berbeda. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.281 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.72 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.50%	10.66	6.95	1.537
2	0.20%	11.07	6.98	1.537
3	0.15%	10.68	6.04	1.537
4	0.10%	11.94	6.06	1.537
5	0.00%	11.53	5.91	1.537
6	0.00%	11.79	6.07	1.537
7	0.20%	11.01	6.06	1.537
8	0.00%	11.8	5.96	1.537
9	0.00%	10.05	6.02	1.537
10	0.00%	9.02	6.04	1.537
Rata-rata	**0.12%**	**10.95**	**6.21**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.72, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0.12% masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket *loss* tersebut *video* yang dihasilkan sudah jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.95 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.21 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.73 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	10.3	6.01	1.649
2	0.00%	10.94	6.15	1.656
3	0.00%	10.81	5.83	1.631
4	0.00%	12	6.15	1.56
5	0.00%	11.83	6.21	1.539
6	0.00%	12.08	6.07	1.658
7	0.00%	10.52	6.13	1.761
8	0.00%	11.81	5.93	1.665
9	0.00%	10.15	6.21	1.643
10	0.00%	10.08	6.07	1.624
Rata-rata	**0.00%**	**11.05**	**6.08**	**1.639**

Berdasarkan tabel 4.73, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0 % masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan sudah jelas, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.05 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.08 ms masuk kedalam kategori sangat bagus. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.639 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.74 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 10%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.00%	11.55	5.97	1.658
2	0.00%	12.36	5.97	1.658
3	0.00%	11.01	6.07	1.666
4	0.00%	12.38	6.28	1.657
5	0.00%	11.87	6.35	1.661
6	0.00%	10.76	5.95	1.649
7	0.00%	11.66	5.65	1.639
8	0.00%	11.4	5.96	1.72
9	0.00%	11.17	6.02	1.69
10	0.00%	11.3	6.08	1.656
Rata-rata	**0.00%**	**11.55**	**6.03**	**1.665**

Berdasarkan tabel 4.74, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 10% pada jaringan MPLS dengan QoS didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 0%. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* masih dapat diputar tanpa ada masalah sedikitpun. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 11.55 ms dengan delay rata-rata sebesar 6.03 ms. Besar nilai parameter tersebut masuk kedalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON. sedangkan rata-rata *throughput* sebesar 1.665 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

4.6.4.2 Pengamatan Pada Uji Coba dengan beban 20%

Dari hasil pengukuran pada skenario keempat untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik sebesar 20% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.75 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	98.00%	0	53.25	0.065
2	99.40%	0	53.8	0.065
3	97.70%	0	53.92	0.065
4	98.60%	0	54.78	0.065
5	98.60%	0	54.1	0.065
6	97.50%	0	54.45	0.065
7	98.60%	0	52.59	0.065
8	98.90%	0	53.72	0.065
9	98.60%	0	51.74	0.065
10	98.80%	0	52.96	0.065
Rata-Rata	**98.47%**	**0**	**53.53**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.75 , dengan beban trafik yang diberikan sebesar 20% saat pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran dengan waktu pengamatan 30 detik setiap pengukuran, rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 98.47% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 53.53 ms. Delay yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan pengujian dengan beban trafik 10% pada *bandwidth* yang sama. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut .

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.76 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	96.50%	0	30.19	0.129
2	95.60%	0	30.23	0.129
3	96.80%	0	30.89	0.129
4	97.70%	0	31.25	0.129
5	95.80%	0	28.9	0.129
6	95.20%	0	29.9	0.129
7	96.50%	0	29.81	0.129
8	94.60%	0	28.8	0.129
9	95.50%	0	30.83	0.129
10	95.80%	0	28.12	0.129
Rata-rata	**96.00%**	**0**	**29.89**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.76, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 96.00% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 29.89 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.77 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	89.40%	11.52	21.1	0.257
2	88.40%	12.04	22.4	0.257
3	90.90%	13.56	21.75	0.257
4	89.90%	13.02	22.8	0.257
5	89.30%	13.73	20.59	0.257
6	90.20%	13.73	22.3	0.257
7	88.20%	11.53	22.45	0.257
8	89.80%	14.3	21.68	0.257
9	88.80%	11.56	21.85	0.257
10	90.60%	13.19	21.25	0.257
Rata-rata	**89.55%**	**12.82**	**21.82**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.77 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 89.55% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.82 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 21.82 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.78 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	69.60%	9.32	14.05	0.513
2	68.50%	9.96	15.87	0.513
3	67.40%	10.92	14.22	0.513
4	68.10%	12.5	14.74	0.513
5	68.50%	11.25	15.12	0.513
6	66.90%	9.45	13.12	0.513
7	67.80%	9.63	14.6	0.513
8	68.40%	10.24	14.23	0.513
9	67.80%	9.21	14.36	0.513
10	66.80%	9.12	15.04	0.513
Rata-rata	**67.98%**	**10.16**	**14.53**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.78 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 67.98% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.16 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 14.53 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.79 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	45.20%	9.45	8.23	0.769
2	46.50%	9.63	8.74	0.769
3	45.00%	10.24	7.98	0.769
4	43.00%	10.5	8.98	0.769
5	45.80%	11.19	8.2	0.769
6	44.50%	11.24	8.54	0.769
7	46.00%	14.3	8.48	0.769
8	43.90%	11.56	9.15	0.769
9	42.80%	13.19	9.25	0.769
10	45.00%	12.92	8.6	0.769
Rata-rata	**44.77%**	**11.42**	**8.62**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.79 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 44.77% walaupun masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.42 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.62 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps. Besar nya sama dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu sebesar 768 kbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.80 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	34.60%	12.5	7.4	1.025
2	30.10%	10.63	8.11	1.024
3	24.60%	11.8	8.8	1.025
4	31.50%	10.2	9.25	1.025
5	29.20%	10.6	9.2	1.025
6	29.80%	10.86	9.18	1.021
7	29.50%	11.91	8.55	1.023
8	28.40%	12.9	8.65	1.029
9	29.80%	11.25	8.42	1.023
10	27.90%	10.15	7.5	1.025
Rata-Rata	**29.54%**	**11.28**	**8.51**	**1.023**

Berdasarkan tabel 4.80 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 29.54% walaupun masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas dibandingkan sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.28 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.51 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.023 mbps. Besar nya sama dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu sebesar 1024 kbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.81 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	16.00%	10.82	7.58	1.281
2	15.70%	9.91	7.43	1.283
3	14.20%	10	7.22	1.278
4	14.40%	9.46	7.08	1.284
5	13.10%	10.28	9.86	1.279
6	15.40%	10.73	7.36	1.275
7	14.20%	11.82	10	1.29
8	15.00%	9.46	8.5	1.284
9	15.00%	9.82	8.79	1.281
10	15.20%	10.64	7.36	1.283
Rata-rata	**14.82%**	**10.29**	**8.12**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.81 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 14.82% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dan juga paket yang diterima semakin besar sehingga video yang dihasilkan sudah telihat sedikit lebih jelas walaupun ada beberapa yang terlihat hilang, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.29 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.12 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.82 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	7.70%	8.75	6.57	1.537
2	6.50%	9.92	6.57	1.537
3	6.50%	9.84	6.75	1.537
4	7.20%	8.42	8.13	1.537
5	8.98%	8.84	8.32	1.537
6	7.70%	9.59	6.88	1.537
7	7.10%	9.34	8.25	1.537
8	5.50%	10.75	6.75	1.537
9	6.30%	9.84	7.75	1.537
10	6.50%	9.25	6.82	1.537
Rata-rata	**7.00%**	**9.45**	**7.28**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.82 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 7.00% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar dan suara yang masih hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 9.45 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.28 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada bandwidth ini sudah dapat memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.83 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	4.00%	10.67	6.06	1.792
2	4.50%	9.54	7.34	1.793
3	3.20%	8.85	7.78	1.793
4	3.10%	8.31	6.95	1.792
5	5.30%	7.77	5.95	1.793
6	4.20%	9.24	7.73	1.793
7	3.80%	9.08	6.73	1.793
8	3.20%	9.47	7.5	1.792
9	4.10%	9.31	6.23	1.793
10	4.00%	8.24	5.73	1.792
Rata-rata	**3.94%**	**9.05**	**6.8**	**1.793**

Berdasarkan tabel 4.83 diatas, dengan beban trafik 20% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 3.94% masuk kedalam kategori bagus berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar yang hilang atau tidak jelas, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang menyebabkan paket banyak yang dibuang (*drop*). Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 9.05 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.8 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.793 mbps.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 10% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.84 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 20%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	0.50%	10.09	5.95	1.869
2	0.50%	9.92	6.67	1.858
3	0.50%	10.09	6.06	1.844
4	0.50%	9.09	6.88	1.853
5	0.80%	9	6.72	1.863
6	0.60%	8.84	7.18	1.863
7	0.60%	10.42	5.44	1.861
8	0.40%	9.34	6.83	1.857
9	0.30%	9.92	5.13	1.826
10	1.00%	9.84	5.95	1.836
Rata-rata	**0.57%**	**9.65**	**6.55**	**1.853**

Berdasarkan tabel 4.84, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 20% pada jaringan MPLS dengan QoS didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 0.57% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi dari TIPHON. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* masih dapat walaupun beberapa ada gambar yang hilang. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 9.65 ms dengan delay rata-rata sebesar 6.55 ms. Besar nilai parameter tersebut masuk kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON. sedangkan rata-rata *throughput* sebesar 1.853 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan sudah tidak mempengaruhi nilai *throughput*. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* yang diberikan masih bisa menangani beban yang diberikan.

4.6.4.3 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 40%

Dari hasil pengukuran pada skenario keempat untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik sebesar 40% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter,* paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.85 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss (%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	98.50%	0	47.95	0.065
2	98.80%	0	48.59	0.065
3	98.40%	0	48.16	0.065
4	99.80%	0	46.87	0.065
5	98.60%	0	46.41	0.065
6	98.50%	0	46.81	0.065
7	98.60%	0	45.78	0.065
8	99.10%	0	44.58	0.065
9	98.60%	0	45.25	0.065
10	97.20%	0	44.45	0.065
Rata-rata	**98.61%**	**0**	**46.48**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.85 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 98.61% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 46.48 ms lebih besar dari pada pengujian yang dilakukan pada beban trafik 20 % dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 kbps. Delay yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON, delay ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan pada pengukuran data ini. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena bandwidth pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.86 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	96.80%	0	43.8	0.129
2	96.80%	0	44.45	0.129
3	96.60%	0	43.68	0.129
4	95.40%	0	43.9	0.129
5	96.10%	0	44.58	0.129
6	96.50%	0	43.2	0.129
7	96.50%	0	44.1	0.129
8	95.60%	0	43.28	0.129
9	95.50%	0	44.21	0.129
10	95.00%	0	43.25	0.129
Rata-rata	**96.08%**	**0**	**43.84**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.86, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 96.08% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 43.84 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.87 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	89.50%	12.35	20.84	0.257
2	90.20%	11.04	21.32	0.257
3	89.30%	13.56	19.55	0.257
4	90.50%	13.2	20.63	0.257
5	90.30%	10.73	20.59	0.257
6	91.10%	11.73	21.25	0.257
7	88.80%	10.53	19.53	0.257
8	89.40%	14.3	21.08	0.257
9	89.00%	10.56	22.46	0.257
10	88.10%	13.19	21.95	0.257
Rata-rata	**89.62%**	**12.12**	**20.92**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.87 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 89.62% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.12 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 20.92 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.88 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	64.50%	14.51	13.06	0.513
2	63.60%	15.63	12.87	0.513
3	63.40%	16.8	12.75	0.513
4	64.50%	15.24	13.03	0.513
5	64.00%	15.22	13.12	0.513
6	63.20%	16.6	12.98	0.513
7	64.30%	16.7	13.05	0.513
8	63.90%	16.28	13.06	0.513
9	64.80%	15.85	12.87	0.513
10	63.10%	15.25	13.08	0.513
Rata-rata	**63.93%**	**15.81**	**12.99**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.88, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 63.93% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* masih belum dapat ditonton karena masih banyak gambar yang hilang dan tidak jelas. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 15.81 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 12.99 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.89 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	50.30%	10.02	12.35	0.769
2	51.20%	10.39	11.04	0.769
3	49.50%	10.92	13.56	0.769
4	49.80%	11	13.2	0.769
5	51.90%	10.36	11.46	0.769
6	52.00%	10.12	11.46	0.769
7	50.60%	10.81	11.82	0.769
8	50.30%	11.08	10.3	0.769
9	50.40%	10.51	10.94	0.769
10	51.80%	10.42	10.81	0.769
Rata-rata	**50.78%**	**10.56**	**11.69**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.89 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 50.78% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.56 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 11.69 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.769 mbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.90 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	31.30%	10.71	14.23	1.025
2	32.10%	11.1	13.89	1.025
3	31.90%	10.51	14.69	1.025
4	31.50%	10.12	14.61	1.025
5	32.00%	10.8	13.88	1.025
6	31.70%	11.08	15.21	1.025
7	33.10%	10.51	14.23	1.025
8	31.00%	10.12	12.96	1.025
9	31.80%	10.22	13.22	1.025
10	31.50%	9.42	13.11	1.025
Rata-rata	**31.79%**	**10.45**	**14.03**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.90 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 31.79% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.45 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 14.03 ms. *Delay* yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan pengujian pada beban 20% dengan *bandwidth* yang sama disebabkan oleh kenaikan pesentase beban yang diberikan. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.025 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.91 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	15.30%	9.91	9.43	1.273
2	14.50%	10.46	7.15	1.281
3	10.20%	11.55	9.93	1.282
4	11.00%	9.82	8.65	1.284
5	13.00%	9.46	7.58	1.281
6	13.20%	9.37	7.79	1.273
7	12.50%	11.64	9.36	1.288
8	12.90%	11.19	9.22	1.285
9	11.50%	11.28	7.08	1.284
10	14.00%	9.46	8.36	1.285
Rata-Rata	**12.81%**	**10.41**	**8.45**	**1.282**

Berdasarkan tabel 4.91 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 12.81% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, pada pengujian ini video masih tidak dapat ditonton dengan jelas karena masih banyak terdapat paket yang hilang (*drop*) yang disebabkan olen beban trafik yang diberikan secara

bersmaan disaat menjalankan layanan VoD. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 10.41 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 8.45 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.282 mbps.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.92 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	9.50%	8.84	6.32	1.537
2	8.90%	10.17	6.38	1.537
3	10.00%	8.92	7.5	1.537
4	9.00%	10	7.19	1.537
5	9.20%	8.67	6.5	1.537
6	8.80%	9.92	6.75	1.537
7	8.10%	10.17	8.5	1.537
8	9.00%	9.09	6.32	1.537
9	8.90%	9.92	8.38	1.537
10	9.50%	10.25	7.82	1.537
Rata-rata	**9.09%**	**9.59**	**7.17**	**1.537**

Berdasarkan tabel 4.92, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 9.09% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, dengan persentase paket loss tersebut video yang dihasilkan masih terlihat banyak gambar dan suara yang masih hilang, ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada jaringan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 9.59 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 7.17 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil dipengaruhi oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan tetapi penuruan nilai delay tidak terlalu jauh dari pengukuran sebelumnya, ini menunjukan bahwa pada kenaikan pada *bandwidth* ini sudah dapat memenuhi persyaratan untuk dapat menikmati layan IPTV berupa VoD. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah

1.537 mbps. Sama besar dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 1536 kbps. Bisa dikatakan bahwa *bandwidth* terpakai seluruhnya karena selain dipakai untuk layanan VoD juga ada beban trafik lain yang diberikan.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.93 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	7.90%	8.65	6.84	1.792
2	6.40%	10.77	5.67	1.793
3	6.50%	10.77	5.84	1.793
4	7.10%	9.24	5.78	1.792
5	8.80%	9.33	7.17	1.791
6	6.30%	9.24	5.84	1.792
7	6.20%	9.92	6.62	1.792
8	6.00%	10.34	6.06	1.793
9	6.40%	10.26	5.89	1.793
10	6.00%	8.82	7.28	1.792
Rata-rata	**6.76%**	**9.73**	**6.29**	**1.793**

Berdasarkan tabel 4.93 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 6.76% masuk kedalam kategori jelek berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih terlihat banyak sekali gambar yang hilang atau tidak jelas, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang menyebabkan paket banyak yang dibuang (*drop*). Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 9.73 ms sudah termasuk dalam kategori sangat bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.29 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 1.793 mbps.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.94 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 40%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	5.70%	10.84	5.95	2.049
2	5.80%	10.17	7.03	2.049
3	5.30%	9.5	5.65	2.049
4	5.50%	8.75	5.9	2.049
5	5.40%	9	7.18	2.049
6	4.30%	8.84	6.88	2.049
7	4.70%	10	6	2.049
8	5.70%	9.34	5.54	2.049
9	4.00%	10.84	6.21	2.049
10	5.00%	9.59	5.75	2.049
Rata-rata	**5.14%**	**9.69**	**6.21**	**2.049**

Berdasarkan tabel 4.94 diatas, dengan beban trafik 40% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 5.14% masuk kedalam kategori sedang berdasarkan referensi TIPHON, video yang dihasilkan masih tidak dapat ditonton walaupun *bandwidth* yang diberikan sudah memadai, ini disebabkan oleh beban yang diberikan terhadap jaringan yang semakin besar. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 9.69 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 6.21 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 2.049 mbps. Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan pada jaringan dilalui trafik selain trafik VoD sebesar 40% dari *bandwidth*.

4.6.4.4 Pengamatan Pada Uji Coba dengan Beban 80%

Dari hasil pengukuran pada skenario keempat untuk layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik sebesar 80% dan parameter yang diamati berupa *delay, jitter*, paket *loss* dan *throughput* didapat hasil sebagai berikut :

a. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 64 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps.

Tabel 4.95 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 64 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	97.00%	0	48.04	0.065
2	96.50%	0	47.64	0.065
3	96.80%	0	46.41	0.065
4	96.00%	0	47.28	0.065
5	95.90%	0	48.91	0.065
6	95.00%	0	47.95	0.065
7	96.40%	0	48.59	0.065
8	96.80%	0	48.16	0.065
9	95.90%	0	47.87	0.065
10	97.00%	0	46.94	0.065
Rata-rata	**96.33%**	**0**	**47.78**	**0.065**

Berdasarkan tabel 4.95, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 64 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 96.33% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Layanan *video on demand* tidak dapat dinikmati sama sekali dikarenakan paket yang hilang terlalu banyak hampir mendekati 100%. paket *loss* ini terjadi karena kecilnya *bandwidth* yang ada dijaringan client sehingga sebagian besar data akan dibuang (*drop*) untuk menjaga kestabilan jaringan ditambah lagi dengan beban yang diberikan pada jaringan. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada jitter yang terjadi. Hal tersebut berpengaruh pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter*. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 47.78 ms lebih besar dari pada pengujian yang dilakukan pada beban trafik 40 % dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 kbps. *Delay* yang terjadi masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi TIPHON. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.065 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 64 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap bandwidth tersebut.

b. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 128 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps.

Tabel 4.96 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 128 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	93.50%	0	44.58	0.129
2	94.10%	0	43.2	0.129
3	92.80%	0	44.1	0.129
4	93.50%	0	43.28	0.129
5	92.80%	0	44.21	0.129
6	93.00%	0	43.65	0.129
7	93.00%	0	44.29	0.129
8	93.50%	0	45.12	0.129
9	92.70%	0	44.23	0.129
10	94.00%	0	43.15	0.129
Rata-Rata	**93.29%**	**0**	**43.98**	**0.129**

Berdasarkan tabel 4.96, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 128 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 93.29% dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Rata-rata Jitter yang didapat sebesar 0 ms bisa dikatakan tidak ada *jitter* yang terjadi. Sama halnya seperti pengukuran sebelumya dikarenakan pada paket yang hilang atau dibuang sangat banyak sehingga tidak terdapat *jitter* sama seperti penukuran sebelumya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 43.98 ms. *Delay* yang terjadi semakin mengecil karena bandwidth dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun makin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.129 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 129 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

c. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 256 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps.

Tabel 4.97 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 256 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	87.40%	12.81	38.15	0.257
2	86.90%	11.62	37.45	0.257
3	88.00%	13.38	39.14	0.257
4	87.10%	13.39	38.88	0.257
5	88.20%	10.49	39.16	0.257
6	88.00%	12.22	37.84	0.257
7	87.40%	13.28	39.13	0.257
8	85.90%	12.5	38.11	0.257
9	87.20%	14.28	37.52	0.257
10	88.10%	12.05	37.06	0.257
Rata-rata	**87.42%**	**12.62**	**38.24**	**0.257**

Berdasarkan tabel 4.97 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 256 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 87.42% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, ini disebabkan oleh kenaikan *bandwidth* yang dilakukan. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 13.62 ms sudah termasuk dalam rekomendasi dari TIPHON dengan kategori bagus karena nilai masih dibawah 75 ms. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 32.24 ms. Delay yang terjadi semakin mengecil karena *bandwidth* dinaikan, sehingga rentang waktu yang dibutuhkan dalam pemaketan data untuk melalui jaringan yang digunakan untuk pengukuran data ini pun semakin kecil. Sedangkan rata-rata *thrughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.257 mbps. Hal ini terjadi karena *bandwidth* pada sisi client dibatasi hanya sebesar 256 kbps saja sehingga *throughput* yang dihasilkan berpengaruh terhadap *bandwidth* tersebut.

d. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 512 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps.

Tabel 4.98 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 512 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	82.40%	17.35	27.96	0.513
2	83.10%	15.65	29.55	0.513
3	81.20%	19.54	28.65	0.513
4	82.90%	18.12	25.93	0.513
5	83.10%	18.34	27.82	0.513
6	82.30%	19.39	27.12	0.513
7	81.40%	18.26	28.14	0.513
8	83.80%	17.31	28.66	0.513
9	82.40%	18.78	28.36	0.513
10	82.00%	19.4	27.15	0.513
Rata-rata	**82.46%**	**18.21**	**27.93**	**0.513**

Berdasarkan tabel 4.98 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 512 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 82.46% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Untuk beban trafik dan *bandwidth* yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 18.21 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 27.93 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang terjadi dari pengukuruan adalah 0.513 mbps. masih tidak terlalu beda dengan *bandwidth* yang diberikan yaitu 512 kbps karena *bandwidth* yang diberikan masih belum memadai untuk dapat menjalakan layanan VoD.

e. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 768 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps.

Tabel 4.99 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 768 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	60.20%	11.1	24.63	0.769
2	61.00%	10.51	25.69	0.77
3	59.80%	10.12	23.76	0.768
4	58.75%	10.8	25.12	0.769
5	60.20%	11.08	24.55	0.769
6	60.00%	11.08	24.3	0.769
7	59.80%	10.51	25.15	0.769
8	61.00%	10.42	24.77	0.769
9	61.20%	12.87	25	0.769
10	59.90%	12.96	24.51	0.769
Rata-rata	**60.19%**	**11.14**	**24.75**	**0.769**

Berdasarkan tabel 4.99 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 768 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 60.19% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 11.14 ms sudah termasuk dalam kategori bagus. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 24.75 ms. Sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 0.769 mbps.

f. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1024 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps.

Tabel 4.100 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1024 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	47.70%	11.8	18.63	1.025
2	46.80%	11.71	17.69	1.025
3	46.00%	12.9	17.76	1.025
4	45.50%	12.45	17.12	1.025
5	46.90%	11.65	19.55	1.025
6	47.00%	13.85	18.3	1.025
7	46.60%	11.45	19.15	1.025
8	45.60%	12.66	17.77	1.025
9	47.00%	11.39	17.25	1.025
10	46.50%	13.43	18.51	1.025
Rata-rata	**46.56%**	**12.33**	**18.17**	**1.025**

Berdasarkan tabel 4.100 diatas, dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1024 kbps didapat rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 46.56% masih dikategorikan jelek sesuai referensi TIPHON. Rata-rata *Jitter* yang didapat sebesar 12.33 ms sudah termasuk dalam kategori bagus, nilai ini didapat lebih kecil dari nilai jitter pada pengukuran sebelumnya. Rata-rata *delay* yang didapat dari pengukuruan adalah 18.17 ms. *Delay* yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan pengujian pada beban 40% dengan *bandwidth* yang sama disebabkan oleh kenaikan pesentase beban yang diberikan. Sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengukuruan adalah 1.025 mbps.

g. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1280 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps.

Tabel 4.101 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1280 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	25.50%	9.28	8.29	1.186
2	26.40%	10	9.08	1.265
3	25.90%	9.73	9.43	1.286
4	24.50%	9.46	9.22	1.281
5	24.50%	10.46	8.93	1.273
6	25.10%	10.55	8.1	1.281
7	23.10%	10.1	9.21	1.282
8	24.80%	11.82	8.15	1.28
9	24.50%	9.82	9.22	1.284
10	26.00%	11.64	7.93	1.229
Rata-rata	**25.03%**	**10.29**	**8.72**	**1.268**

Berdasarkan tabel 4.101, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1280 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 25.03%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* masih susah untuk ditonton karena paket VoD yang lewat pada jaringan banyak

yang dibuang (*drop*). Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 10.29 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 8.72 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 1268 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

h. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1536 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps.

Tabel 4.102 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1536 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	19.50%	10	7.69	1.477
2	19.90%	9.75	7.82	1.473
3	20.80%	9.42	6.5	1.462
4	18.10%	10.5	6.32	1.45
5	18.50%	10.84	8.32	1.493
6	19.50%	9.25	7	1.447
7	19.75%	10.75	7.63	1.452
8	20.00%	10.34	8.19	1.482
9	21.25%	10.09	7.38	1.462
10	20.25%	9.09	7.94	1.455
Rata-rata	**19.76%**	**10.03**	**7.48**	**1.465**

Berdasarkan tabel 4.63, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1536 kbps didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 19.76%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*) lebih dari 50%. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 10.03ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 7.48 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata

throughput yang didapat sebesar 1.465 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

i. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 1792 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 1792 kbps.

Tabel 4.103 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 1792 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	12.35%	10.5	5.89	1.793
2	13.50%	9.92	6.45	1.793
3	11.60%	9.09	5.56	1.793
4	12.00%	9.75	6.06	1.793
5	15.00%	9.92	6.23	1.793
6	14.20%	10.34	5.84	1.793
7	12.10%	9.75	6.5	1.793
8	11.80%	9.5	5.89	1.793
9	13.50%	10.42	5.5	1.793
10	13.20%	9.34	7.73	1.793
Rata-rata	**12.93%**	**9.85**	**6.16**	**1.793**

Berdasarkan tabel 4.103, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 12.93%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Untuk beban trafik yang digunakan, *video on demand* masih susah untuk diputar karena paket VoD banyak yang dibuang (*drop*). Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 9.85 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 6.16 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 1.793 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

j. Pengamatan Pada Uji Coba Bandwidth 2048 Kbps

Layanan IPTV berupa VoD yang dilewatkan pada jaringan MPLS QoS dengan beban trafik 80% dari *bandwidth* yang disediakan sebesar 2048 kbps.

Tabel 4.104 Pengukuran paket *loss, delay, jitter* dan *throughput* pada *Bandwidth* 2048 Kbps dengan Beban Jaringan 80%

Data	Packet loss(%)	Jitter (ms)	Delay (ms)	Througput (mbps)
1	10.60%	9.59	5.18	2.049
2	9.90%	8.75	6.26	2.049
3	10.20%	9.5	6.83	2.049
4	11.00%	8.59	6.42	2.049
5	10.80%	9.5	6	2.049
6	10.20%	10.09	5.65	2.049
7	9.90%	9.42	5.08	2.049
8	10.50%	8.67	6.88	2.049
9	11.00%	10.67	6.11	2.049
10	9.80%	10.17	5.75	2.049
Rata-rata	**10.39%**	**9.49**	**6.02**	**2.049**

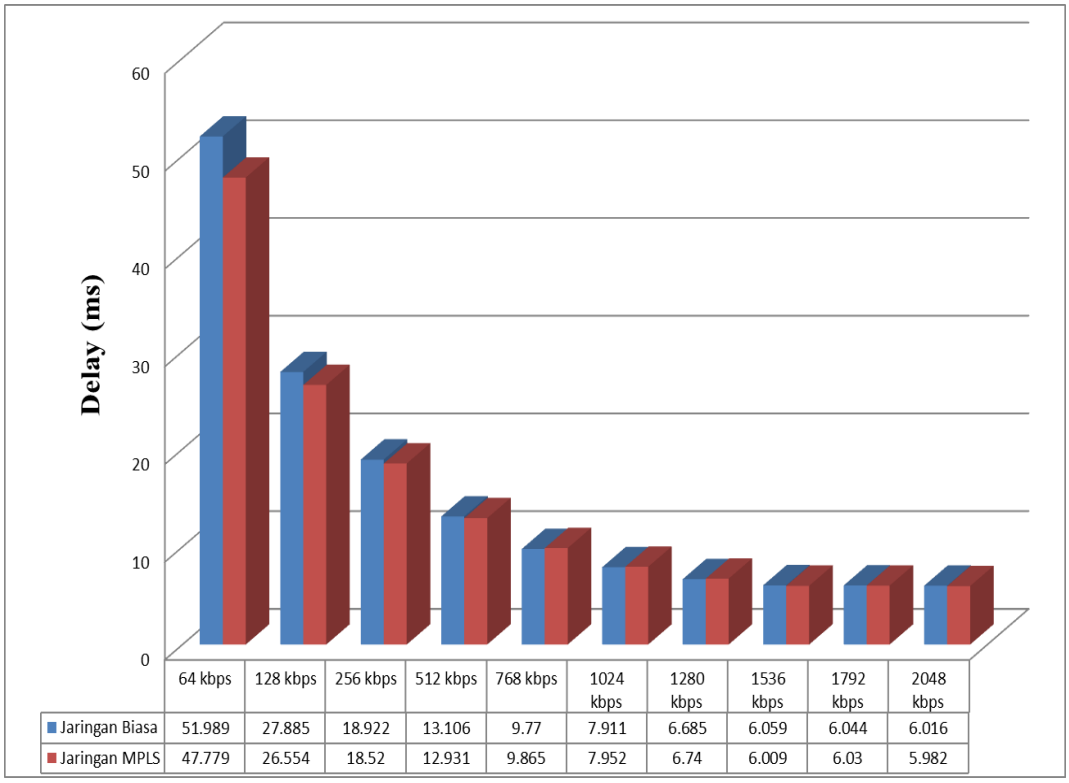
Berdasarkan tabel 4.104, dengan beban trafik yang diberikan sebesar 80% didapat rata-rata paket yang hilang sebesar 10.39%. Hasil ini didapat karena ada trafik lain yang dibebani terhadap jaringan selain trafik dari layanan IPTV. Rata-rata *jitter* yang didapat sebesar 9.49 ms. *Delay* rata-rata didapat sebesar 6.02 ms. Besar nilai parameter *jitter* dan *delay* masih masuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan referensi dari TIPHON tetapi untuk paket *loss* masuk kedalam kategori jelek. sedangkan rata-rata *throughput* yang didapat sebesar 2.049 mbps Pada pengukuruan ini *bandwidth* yang diberikan terpakai semuanya dikarenakan ada *bandwidth* yang dipakai untuk paket data selain VoD.

4.6.5 Perbandingan Performansi Jaringan

Berdasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan menggunakan beberapa skenario pengujian. Kita dapat menganalisa data-data yang yang didapat dari hasil pengukuran dan pengamatan.

4.6.5.1 Perbandingan Performansi Berdasarkan Bandwidth

Sesuai dengan data-data yang telah didapatkan sebelumnya, dengan parameter QoS yang diamati berupa *delay*, *jitter*, paket *loss* dan *throughput*. Untuk memudahkan pembaca, hasil penelitian ini penulis sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

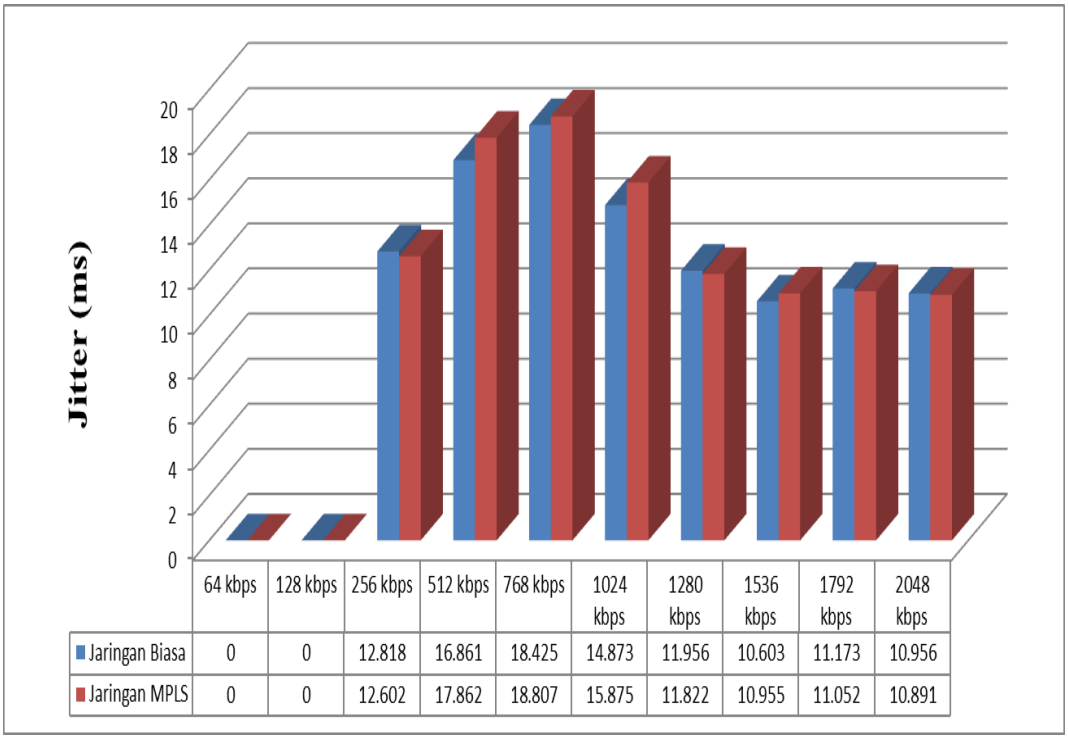


	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	51.989	27.885	18.922	13.106	9.77	7.911	6.685	6.059	6.044	6.016
Jaringan MPLS	47.779	26.554	18.52	12.931	9.865	7.952	6.74	6.009	6.03	5.982

Gambar 4.15 Grafik Perbandingan *Delay* (ms)

Pada gambar 4.15 diatas, merupakan grafik perbandingan delay rata-rata antara skenario 1 dan 2. Perbandingan performansi jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dapat dilihat pada grafik bahwa *delay* rata-rata mengalami penurunan berdasarkan *bandwidth* yang diberikan. Penurunan *delay* ini terjadi karena rentang waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman paket data dari *server* menuju *client* pada jaringan yang digunakan. Semakin kecil *bandwidth* yang diberikan semakin besar *delay* yang terjadi begitpun sebaliknya. Jika dilihat dari hasil perbandingan tersebut besar *delay* tidak terlalu jauh berbeda, ini disebabkan karena pada jaringan tidak terlalu sibuk atau bisa dikatakan hanya dipakai oleh *Video on Demand* saja, juga dikarenakan pada jaringan biasa maupun jaringan MPLS sama-sama menggunkan protokol OSPF untuk perutingannya.

Dari hasil perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa *delay* rata-rata paket *Video on Demand* dalam rentang bandwidth 64 kbps -2048 kbps masuk kedalam kategori sangat bagus yaitu dibawah 150 ms dengan nilai maksimum untuk jaringan biasa 51,989 ms dan 47,779 untuk jaringan MPLS.



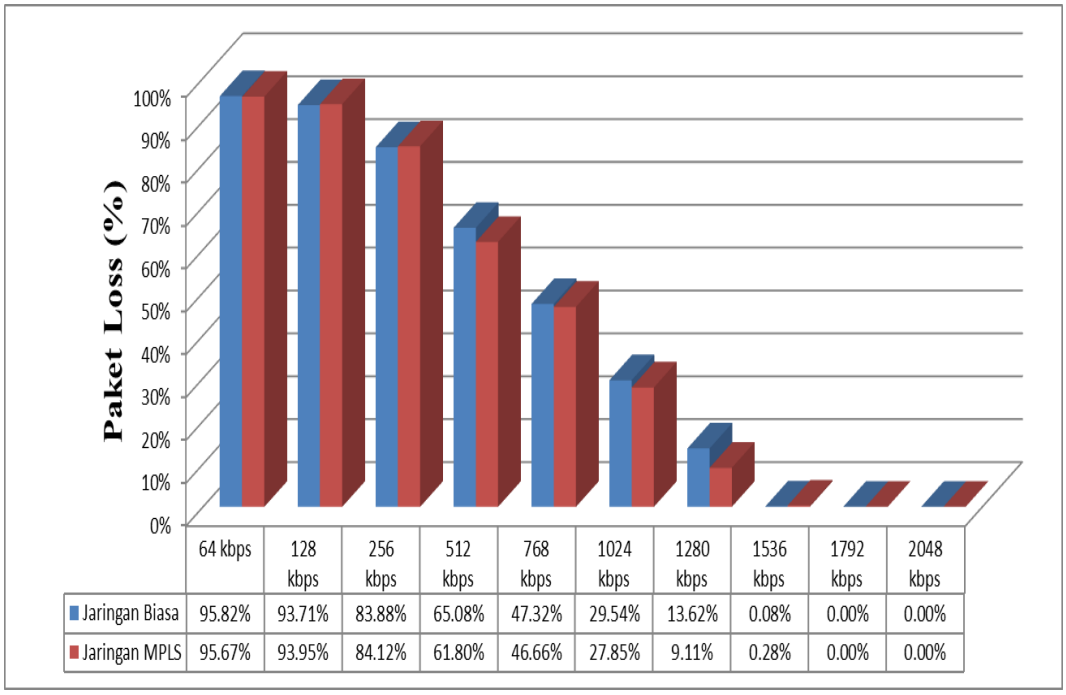
	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	0	0	12.818	16.861	18.425	14.873	11.956	10.603	11.173	10.956
Jaringan MPLS	0	0	12.602	17.862	18.807	15.875	11.822	10.955	11.052	10.891

Gambar 4.16 Grafik Perbandingan *Jitter* (ms)

Jitter merupakan perbedaan waktu kedatangan paket-paket IPTV atau dalam kata lain *jitter* adalah variasi *delay*. *Jitter* terutama disebabkan oleh proses *buffering* pada *processing node*. Selain itu *jitter* juga tergantung pada jumlah jalur yang dapat ditempuh paket-paket IPTV menuju *client* dan jumlah hop pada masing-masing jalur tersebut. Dari gambar 4.16 diatas, dapat dilihat pada *bandwidth* 64 kbps dan 128 kbps tidak terdapat nilai *jitter* pada jarigan biasa maupun MPLS ini dikarenakan pada bandwidth tersebut paket terjadi banyak paket yang hilang (*loss*) hampir 95% dapat dilihat pada gambar 4.17.

Analisis pada *jitter* ini serupa dengan analisis pada *delay* seperti dijelaskan sebelumnya. Perbedaan *delay* dengan *jitter* terletak dari waktu keterlambatan, *jitter* memiliki perbedaan yang tidak menentu terhadap keterlambatan pada tiap waktunya. Hal ini dikarenakan kemampuan alat yang berbeda-beda dalam merespon suatu data tiap waktu. Perbedaan ini menyebabkan data ketika melintasi

jaringan, jarak antar blok informasi menjadi tidak seragam lagi. Hal inilah yang mungkin berbeda dengan *delay*, yang cenderung memiliki keterlambatan yang konstan pada tiap waktunya.

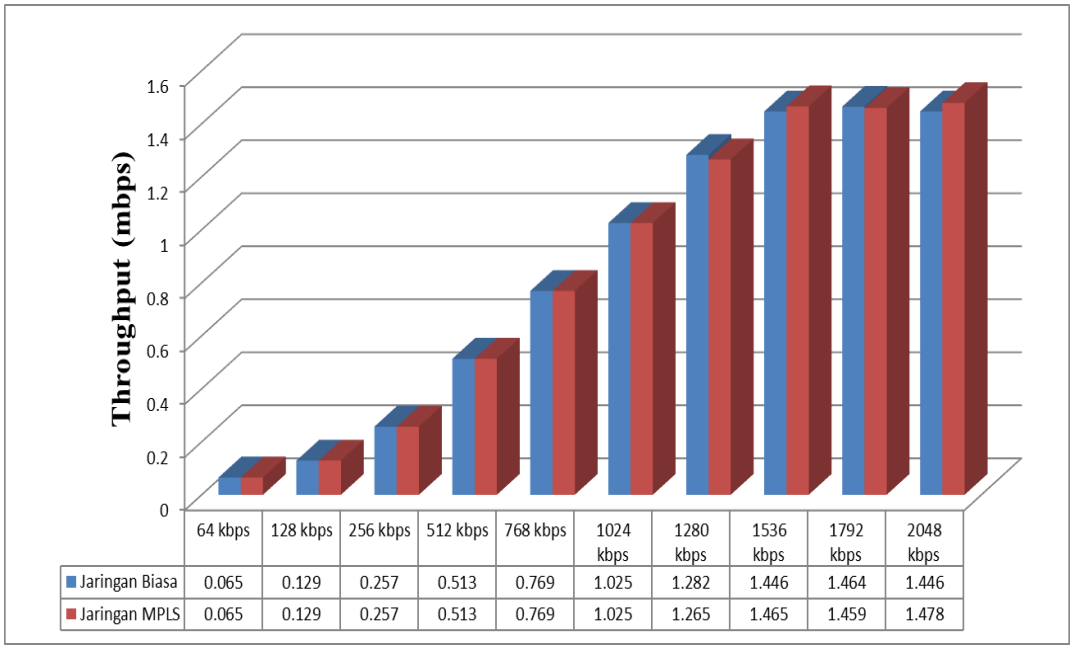


	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	95.82%	93.71%	83.88%	65.08%	47.32%	29.54%	13.62%	0.08%	0.00%	0.00%
Jaringan MPLS	95.67%	93.95%	84.12%	61.80%	46.66%	27.85%	9.11%	0.28%	0.00%	0.00%

Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Paket *Loss* (%)

Pada Gambar 4.17 diatas dapat diketahui, jumlah paket yang hilang pada saat dilakukan uji coba untuk kedua jaringan pada koneksi dengan rentang *bandwidth* 64 kbps – 1280 kbps. Paket yang hilang (*loss*) sangat banyak hingga mencapai nilai 95% pada *bandwidth* 64 kbps. Sedangakan rentang *bandwidth* 1536 kbps – 2048 kbps paket yang hilang (*loss*) sudah tidak banyak bahkan hampir tiddak ada paket yang dibuang (*drop*). Dampak dari paket yang hilang ini adalah kulaitas video yang diterima oleh *client* berbeda-beda semakin besar paket yang hilang semakin buruk kualitas video yang diterima bahkan bisa dikatakan tidak bisa dinikmati sama sekali.

Jika dilihat dari hasil perbandingan tersebut besar paket *loss* tidak terlalu jauh berbeda, ini disebabkan karena pada jaringan tidak terlalu sibuk atau bisa dikatakan hanya dipakai oleh *Video on Demand* saja. Dapat disimpulkan bahwa pada *bandwidth* 1536 kbps merupakan *bandwidth* minimum untuk dapat mengakses layanan *Video on Demand*.



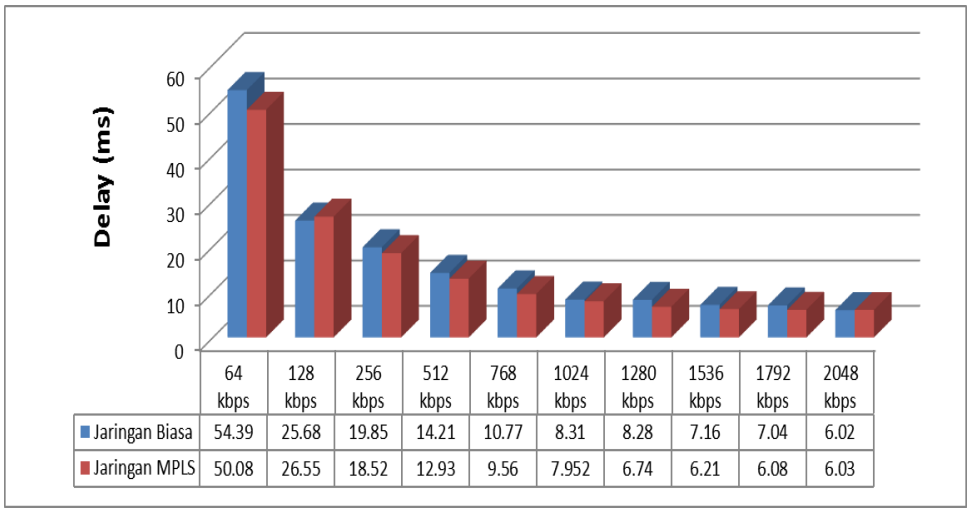
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Throughput (mbps)

Pada gambar 4.18 diatas, merupakan grafik perbandingan *throughput* rata-rata antara skenario 1 dan 2. Perbandingan performansi jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dapat dilihat pada grafik bahwa *throughput* rata-rata mengalami kenaikan berdasarkan *bandwidth* yang diberikan. Ini dikarenakan pemakaian utilitas jaringan secara optimal pada *bandwidth* yang diberikan. Pada rentang *bandwidth* 64 kbps – 1280 kbps rata-rata *throughput* yang dihasilkan hampir sama dengan *bandwidth* yang diberikan, sedangkan pada rentang 1536 kbps – 2048 kbps rata-rata *throughput* yang dihasilkan adalah 1,446 mbps – 1478 mbps. Bisa disimpulkan bahwa *bandwidth* yang sebenarnya untuk mengakses layanan VoD sebesar nilai *throughput* pada pengujian ini.

4.6.5.2 Perbandingan Performansi Berdasarkan Beban

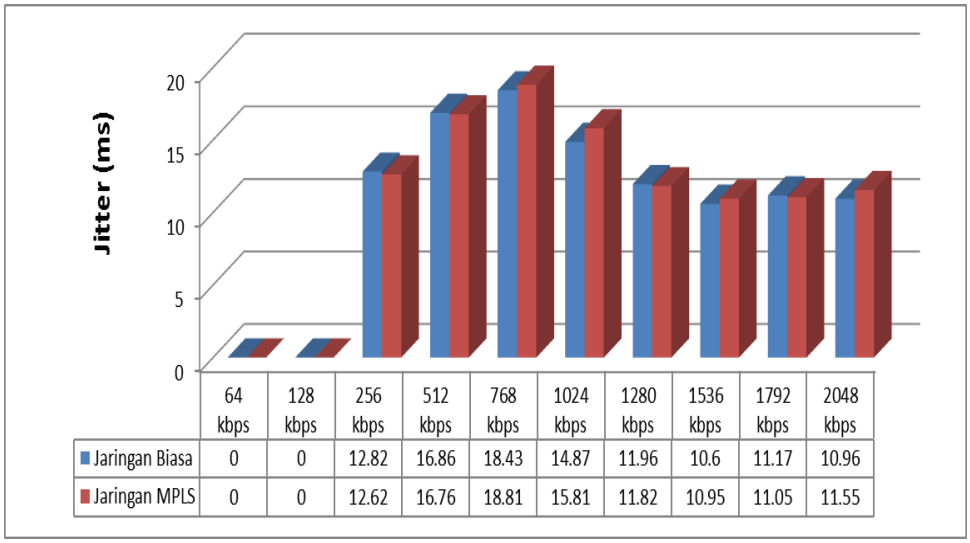
Sesuai dengan data-data yang telah didapatkan sebelumnya, dengan parameter QoS yang diamati berupa *delay*, *jitter*, paket *loss* dan *throughput*. Untuk memudahkan pembaca, hasil penelitian ini penulis sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

a. Perbandingan Performansi dengan Beban 10%



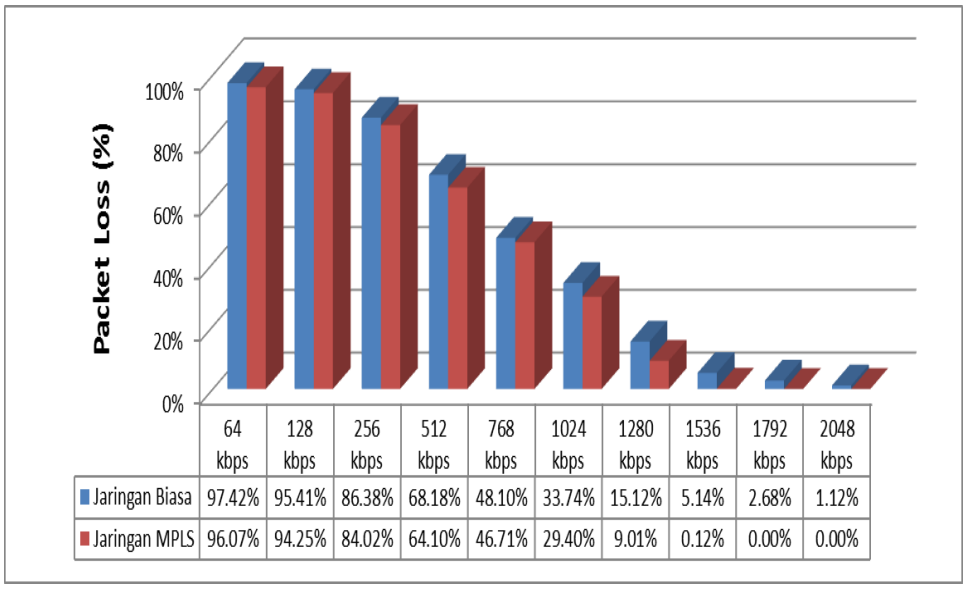
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan *Delay* (ms) dengan Beban 10%

Pada gambar 4.19 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *delay* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 10% dari *bandwidth* yang tersedia. Pengujian terhadap jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dilihat dari hasil perbandingan nila rata-rata *delay* dengan beban 10% mb tidak terlalu berbeda jauh antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Karena beban pad jaringan masih relatif kecil hanya 10% dari bandwidth yang diberikan.



Gambar 4.20 Grafik Perbandingan *Jitter* (ms) dengan Beban 10%

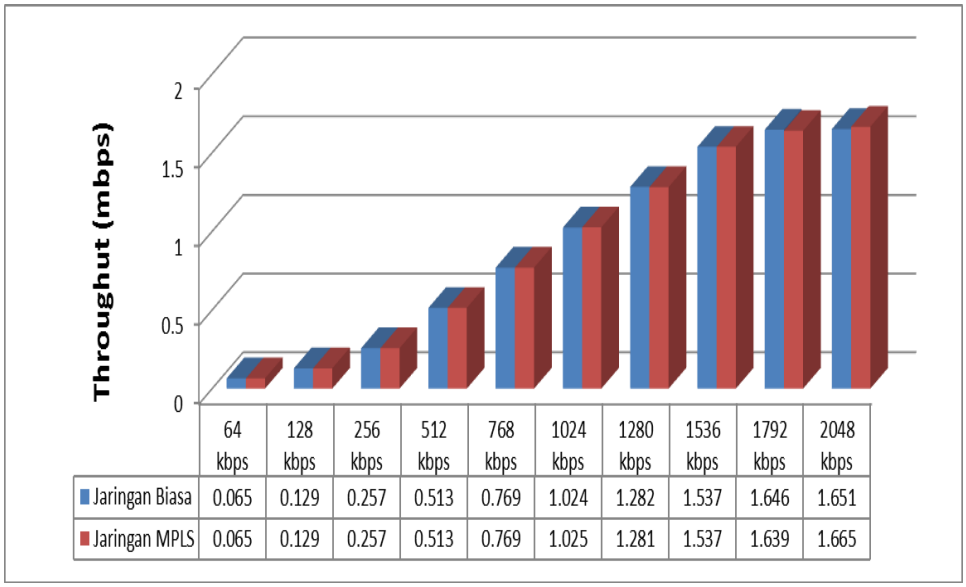
Analisis pada *jitter* ini serupa dengan analisis pada *delay* seperti dijelaskan sebelumnya. Perbedaan *delay* dengan *jitter* terletak dari waktu keterlambatan, *jitter* memiliki perbedaan yang tidak menentu terhadap keterlambatan pada tiap waktunya. Hal ini dikarenakan kemampuan alat yang berbeda-beda dalam merespon suatu data tiap waktu. Perbedaan ini menyebabkan data ketika melintasi jaringan, jarak antar blok informasi menjadi tidak seragam lagi. Hal inilah yang mungkin berbeda dengan *delay*, yang cenderung memiliki keterlambatan yang konstan pada tiap waktunya. Tetapi jika dilihat dari hasil perbandingan pada gambar 4.20 diatas nilai rata-rata *jitter* yang didapat hampir sama untuk jaringan MPLS dengan QoS dan jaringan biasa setelah diberi beban trafik sebesar 10% dari *bandwidth*. Karena beban trafik yang diberikan masih relatif kecil sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap *jitter*.



Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Paket *Loss* (%) dengan Beban 10%

Pada gambar 4.21 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 10% dari *bandwidth*. Dilihat dari hasil yang didapat tidak terlalu berbeda jauh antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Pada saat *bandwidth* 1792 kbps dan 2048 kbps dengan memberikan beban 10% jaringan MPLS dengan

QoS tidak lagi terdapat paket *loss* sedangkan jaringan biasa terdapat paket *loss* antara 0% sampai 2%.

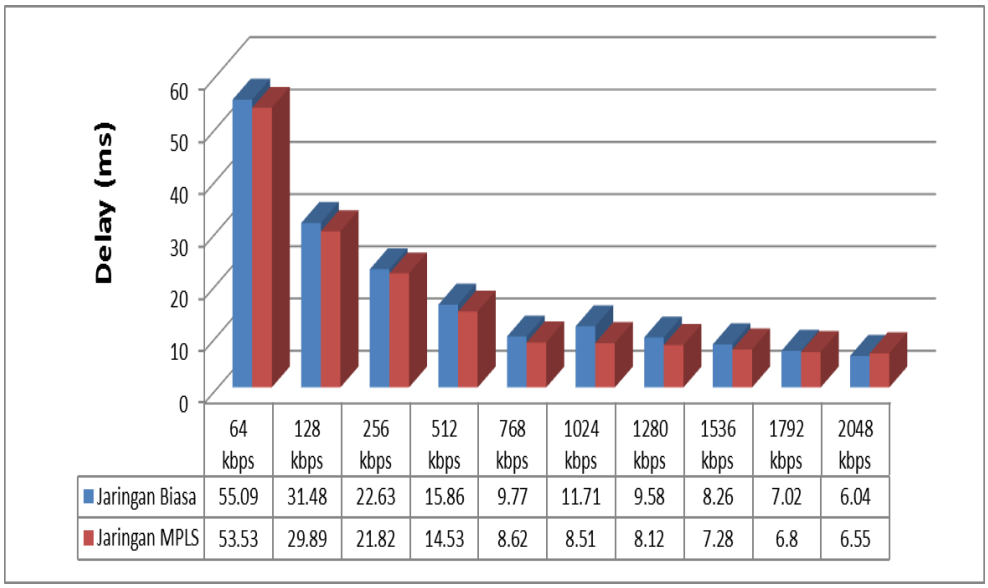


	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.024	1.282	1.537	1.646	1.651
Jaringan MPLS	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.025	1.281	1.537	1.639	1.665

Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Throughput (mbps) dengan Beban 10%

Pada gambar 4.22 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 10% dari *bandwidth*. Dilihat dari hasil perbandingan nila rata-rata *throughput* dengan memberikan beban, nilai yang dihasilkan tidak terlalu berbeda jauh antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Hal tersebut dikarenakan *throughput* merupakan bandwidth sesungguhnya yang sedang digunakan saat dilakukan pengujian. Terlihat pada saat *bandwidth* 1792 kbps *throughput* yang dihasilkan hanya 1.639 mbps. jadi bisa dikatakan saat pengujian dengan memberikan beban sebesar 10% pada *bandwidth* 1792 kbps, *bandwidth* sebenar yang sedang digunakandisaat pengujian adalah 1.639 mbps hal tersebut juga sama pada saat *bandwidth* 2048 kbps.

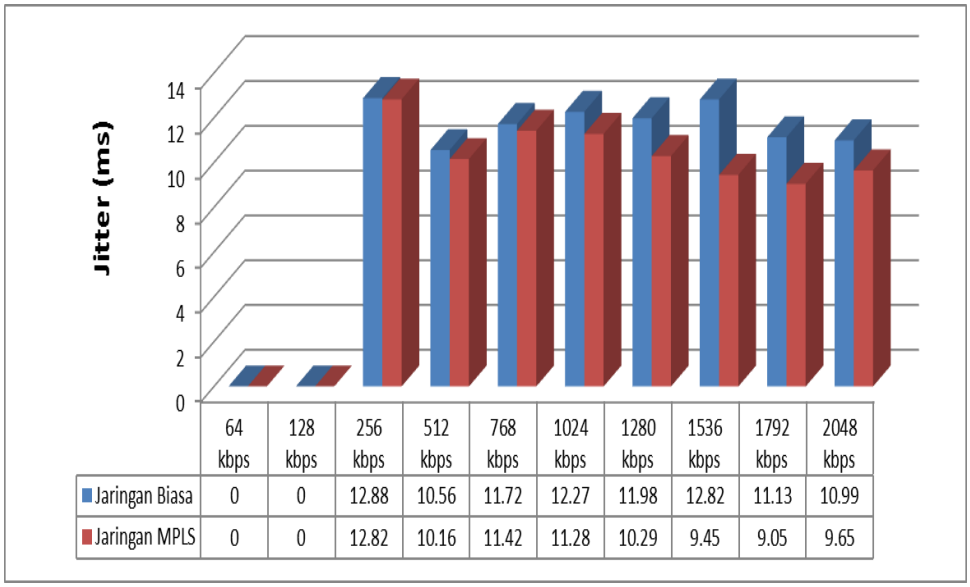
b. Perbandingan Performansi dengan Beban 20%



	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	55.09	31.48	22.63	15.86	9.77	11.71	9.58	8.26	7.02	6.04
Jaringan MPLS	53.53	29.89	21.82	14.53	8.62	8.51	8.12	7.28	6.8	6.55

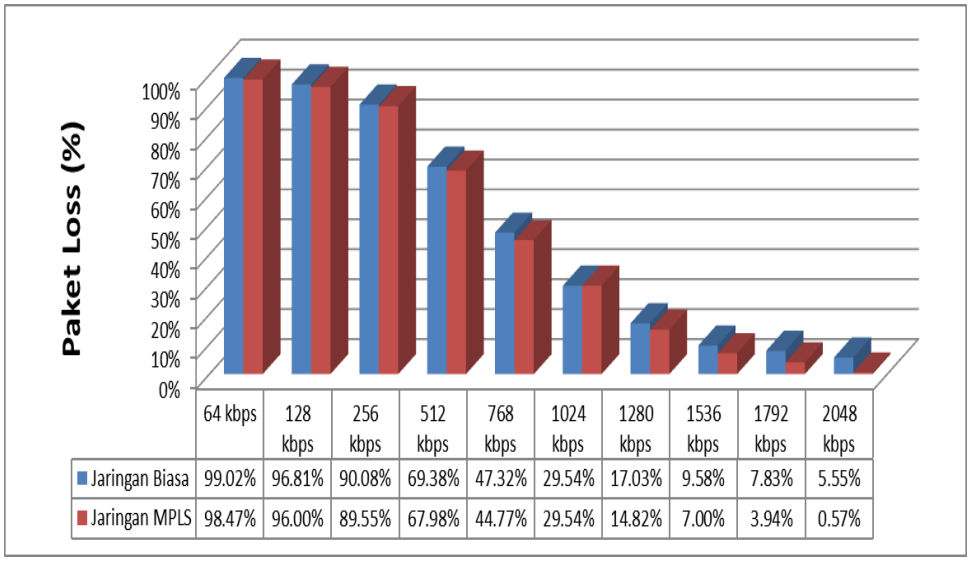
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan *Delay* (ms) dengan Beban 20%

Pada gambar 4.23 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *delay* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 20% dari *bandwidth* yang tersedia. Pengujian terhadap jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dilihat dari hasil perbandingan nila rata-rata *delay* dengan beban 20% dari *bandwidth* yang diberikan tidak terlalu berbeda jauh antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Karena beban pad jaringan masih relatif kecil hanya 20% dari *bandwidth* yang diberikan.



Gambar 4.24 Grafik Perbandingan *Jitter* (ms) dengan Beban 20%

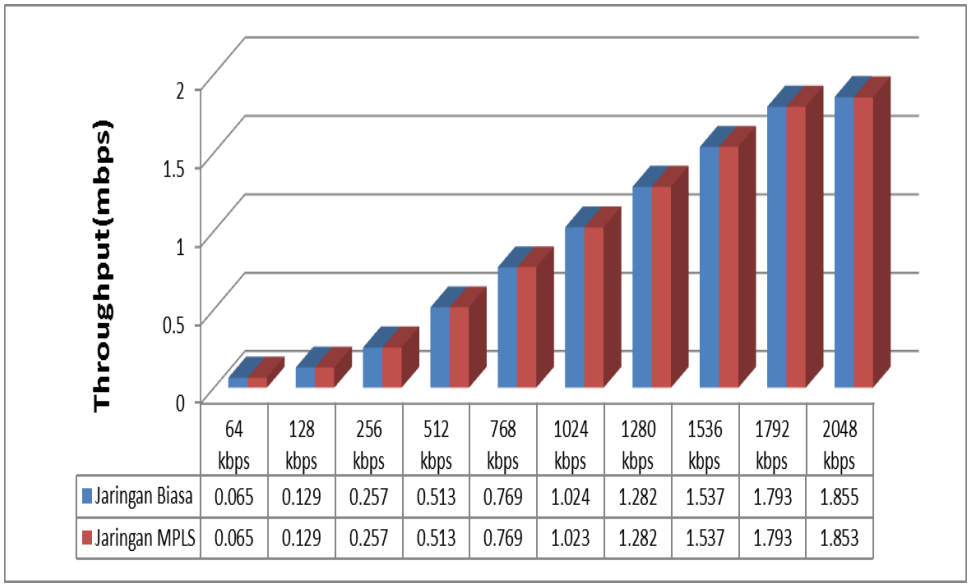
Dilihat dari hasil perbandingan pada gambar 4.24 diatas nilai rata-rata *jitter* yang didapat untuk jaringan MPLS dengan QoS lebih kecil dibandingkan dengan jaringan biasa setelah diberi beban trafik sebesar 20% dari *bandwidth*. Karena beban trafik yang diberikan masih relatif kecil sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap *jitter*.



Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Paket *Loss* (%) dengan Beban 20%

Pada gambar 4.25 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan

memberikan beban pada jaringan sebesar 20% dari *bandwidth*. Dilihat dari hasil yang didapat tidak terlalu berbeda jauh antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Saat diberikan beban sebesar 20% pada jaringan MPLS dengan QoS terdapat paket *loss* yang lebih kecil dibandingkan dengan jaringan biasa.

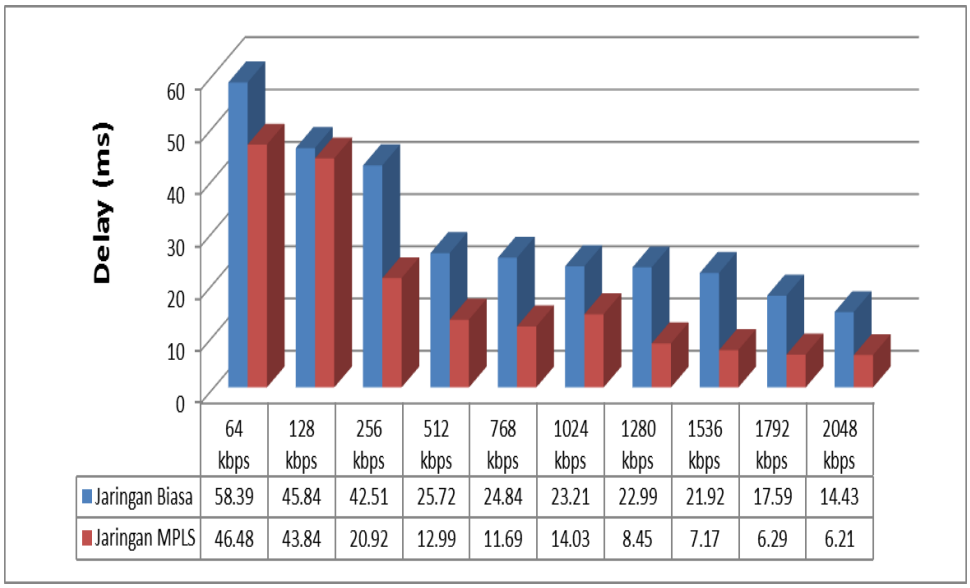


	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.024	1.282	1.537	1.793	1.855
Jaringan MPLS	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.023	1.282	1.537	1.793	1.853

Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Throughput (mbps) dengan Beban 20%

Pada gambar 4.22 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 20% dari *bandwidth*. Dilihat dari hasil perbandingan nilai rata-rata *throughput* dengan memberikan beban, nilai *troughput* yang didapat hampir sama antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Hal tersebut dikarenakan *throughput* merupakan bandwidth sesungguhnya yang sedang digunakan saat dilakukan pengujian. Terlihat pada saat *bandwidth* 2048 kbps *throughput* yang dihasilkan 1.855 mbps. jadi bisa dikatakan saat pengujian dengan memberikan beban sebesar 20% pada *bandwidth* 2048 kbps, *bandwidth* sebenar yang sedang digunakandisaat pengujian adalah 1.855 mbps.

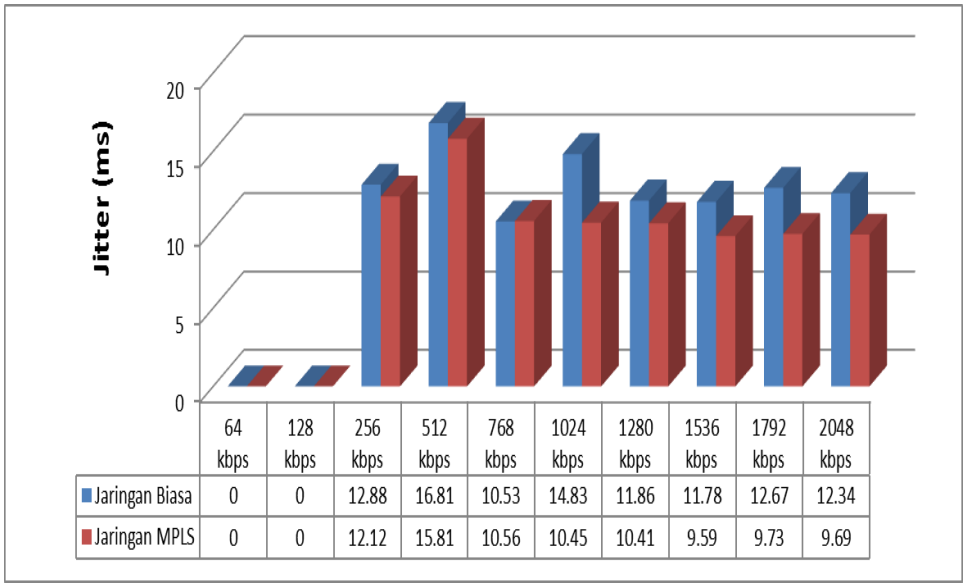
c. Perbandingan Performansi dengan Beban 40%



	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	58.39	45.84	42.51	25.72	24.84	23.21	22.99	21.92	17.59	14.43
Jaringan MPLS	46.48	43.84	20.92	12.99	11.69	14.03	8.45	7.17	6.29	6.21

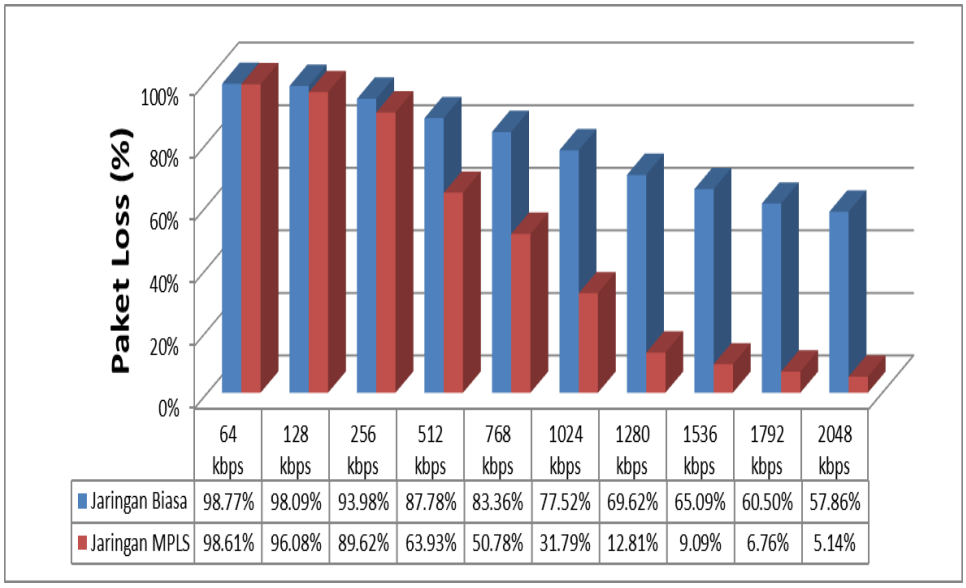
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Delay (ms) dengan Beban 40%

Pada gambar 4.27 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *delay* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 40% dari *bandwidth* yang tersedia. Pengujian terhadap jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dilihat dari hasil perbandingan nila rata-rata *delay* dengan beban 40% dari *bandwidth* yang diberikan terlihat perbedaan nilai yang didapat antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Terlihat perbedaan yang sangat jauh saat *bandwidth* yang diberikan sebesar 1536 kbps rata-rata delay jaringan biasa sebesar 21.92 ms sedangkan jaringan MPLS yang telah menerapkan QoS 7.17 ms. Perbedaan nilai yang cukup jauh tersebut dikarenakan pada jaringan sibuk paket *Video on Demand* yang melewati jaringan MPLS dengan menerapkan QoS diberi prioritas *bandwidth* sendiri sedangkan pada jaringan biasa tidak ada paket yang diprioritaskan. Dapat disimpulkan bahwa performansi jaringan MPLS dengan QoS lebih baik dibandingkan dengan jaringan biasa untuk *delay* yang dihasilkan.



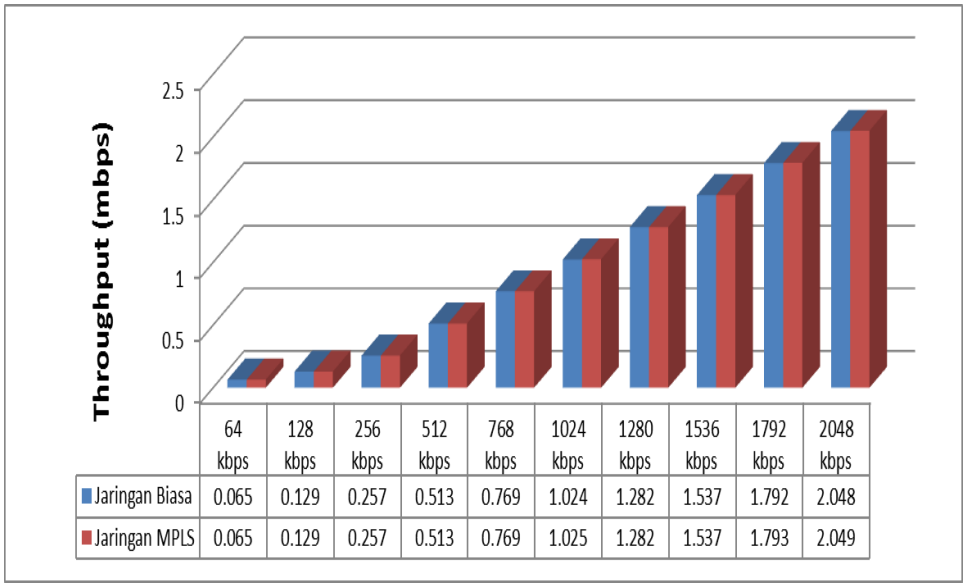
Gambar 4.28 Grafik Perbandingan *Jitter* (ms) dengan Beban 40%

Dilihat dari hasil perbandingan pada gambar 4.28 diatas nilai rata-rata *jitter* yang didapat untuk jaringan MPLS dengan QoS lebih kecil dibandingkan dengan jaringan biasa setelah diberi beban trafik sebesar 40% dari *bandwidth*. Nilai rata-rata jitter cukup besar perbedaanya pada saat bandwidth 1792 kbps dan 2048 kbps dengan selisih kurang lebih tiga *milisecond*.



Gambar 4.29 Grafik Perbandingan Paket *Loss* (%) dengan Beban 40%

Pada gambar 4.29 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 40% dari *bandwidth*. Terlihat jelas perbedaan nilai rata-rata paket *loss* yang dihasilkan dari bandwidth 512 kbps sampai 2048 kbps. Pada saat andwidth yang diberikan sebesar 1024 kbps paket loss pada jaringan biasa sebesar 77.52% sedangkan pada jaringan MPLS dengan QoS sebesar 31.79% terdapat selisih yang sangat jauh antara paket loss pada jaringan biasa dan jaringan MPLS. Perbedaan nilai yang cukup jauh tersebut dikarenakan pada jaringan sibuk paket *Video on Demand* yang melewati jaringan MPLS dengan menerapkan QoS diberi prioritas *bandwidth* sendiri sedangkan pada jaringan biasa tidak ada paket yang diprioritaskan sehingga banyak paket dari *Video on Demand* dibuang (*drop*). Dapat disimpulkan bahwa performansi jaringan MPLS dengan QoS lebih baik dibandingkan dengan jaringan biasa untuk paket *loss* yang dihasilkan.



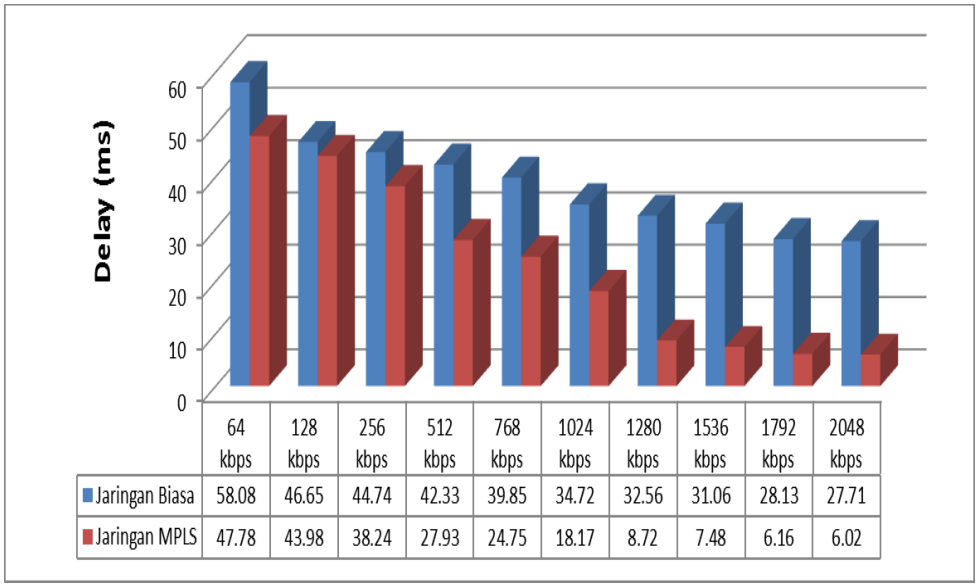
	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.024	1.282	1.537	1.792	2.048
Jaringan MPLS	0.065	0.129	0.257	0.513	0.769	1.025	1.282	1.537	1.793	2.049

Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Throughput (mbps) dengan Beban 40%

Pada gambar 4.30 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 40% dari *bandwidth*. Dilihat dari

hasil perbandingan nilai rata-rata *throughput* dengan memberikan beban, nilai *troughput* yang didapat hampir sama antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Hal tersebut dikarenakan *throughput* merupakan bandwidth sesungguhnya yang sedang digunakan saat dilakukan pengujian. Terlihat pada saat *bandwidth* 2048 kbps *throughput* yang dihasilkan 2.049 mbps. jadi bisa dikatakan saat pengujian dengan memberikan beban sebesar 40% pada *bandwidth* 2048 kbps, *bandwidth* sebenar yang sedang digunakan disaat pengujian adalah 2.049 mbps dengan kata lain bandwidth yang diberikan terpakai semuanya, karena trafik yang lewat pada jaringan tidak hanya trafik untuk layanan VoD.

d. Perbandingan Performansi dengan Beban 80%

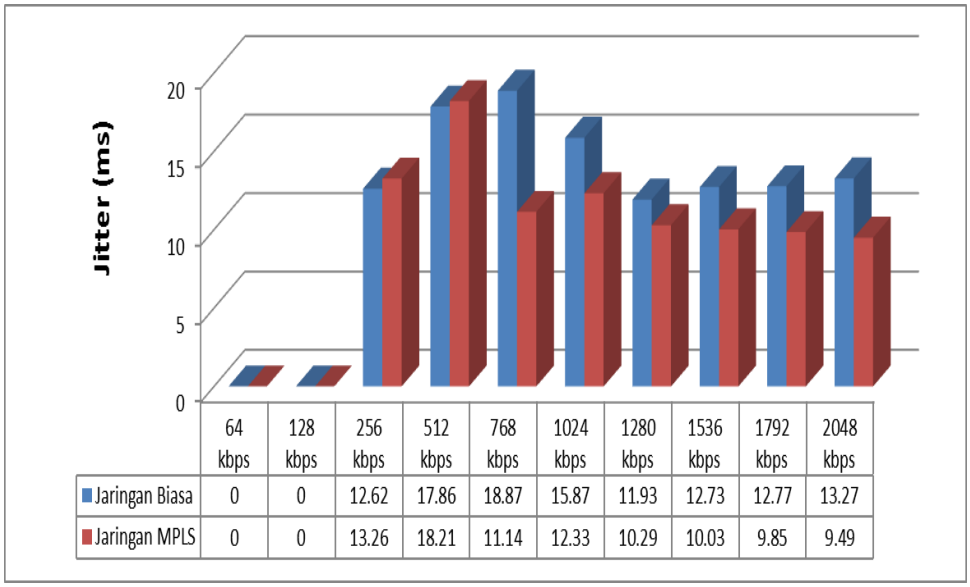


	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	58.08	46.65	44.74	42.33	39.85	34.72	32.56	31.06	28.13	27.71
Jaringan MPLS	47.78	43.98	38.24	27.93	24.75	18.17	8.72	7.48	6.16	6.02

Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Delay (ms) dengan Beban 80%

Pada gambar 4.31 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *delay* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 80% dari *bandwidth* yang tersedia. Pengujian terhadap jaringan biasa dan jaringan MPLS dengan QoS. Dilihat dari hasil perbandingan nila rata-rata *delay* dengan beban 80% dari *bandwidth* yang diberikan terlihat jelas perbedaan nilai yang didapat antara jaringan biasa

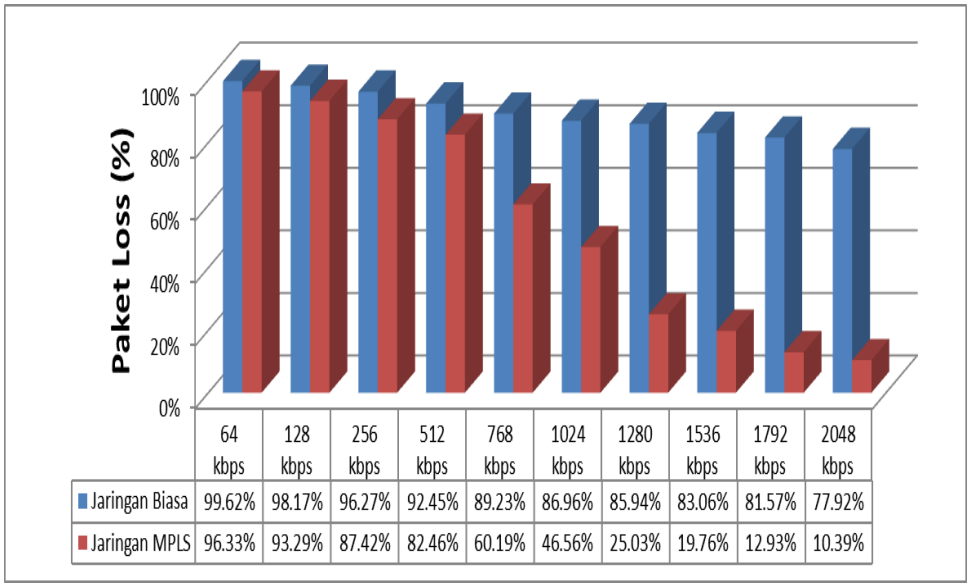
dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Terlihat perbedaan yang sangat jauh saat *bandwidth* yang diberikan dari *bandwidth* 512 kbps samapi 2048 kbps. rata-rata delay jaringan biasa pada *bandwidth* 2048 kbps sebesar 27.71 ms sedangkan jaringan MPLS yang telah menerapkan QoS 6.02 ms. Perbedaan nilai yang cukup jauh tersebut dikarenakan pada jaringan sibuk paket *Video on Demand* yang melewati jaringan MPLS dengan menerapkan QoS diberi prioritas *bandwidth* sendiri sedangkan pada jaringan biasa tidak ada paket yang diprioritaskan. Dapat disimpulkan bahwa performansi jaringan MPLS dengan QoS lebih baik dibandingkan dengan jaringan biasa untuk *delay* yang dihasilkan.



	64 kbps	128 kbps	256 kbps	512 kbps	768 kbps	1024 kbps	1280 kbps	1536 kbps	1792 kbps	2048 kbps
Jaringan Biasa	0	0	12.62	17.86	18.87	15.87	11.93	12.73	12.77	13.27
Jaringan MPLS	0	0	13.26	18.21	11.14	12.33	10.29	10.03	9.85	9.49

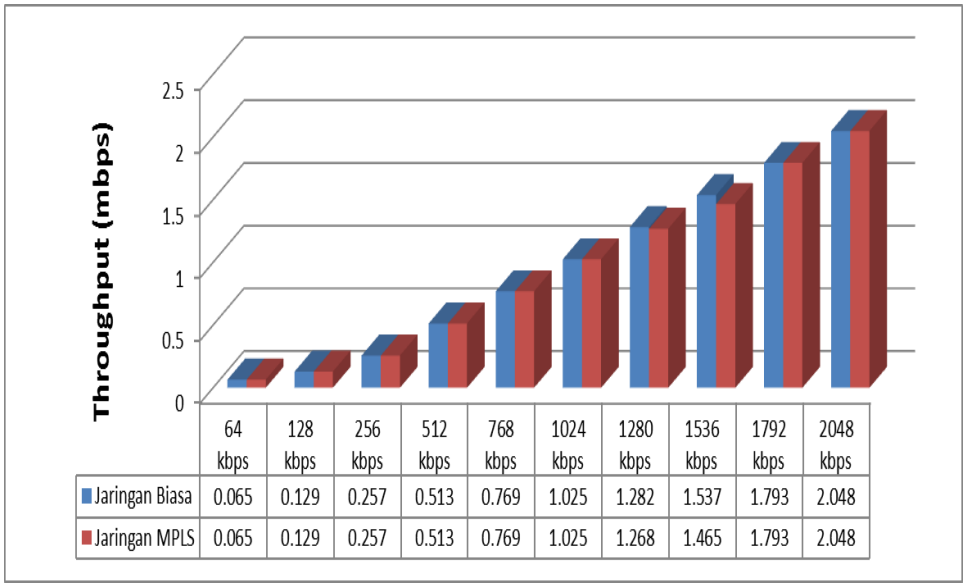
Gambar 4.32 Grafik Perbandingan *Jitter* (ms) dengan Beban 80%

Dilihat dari hasil perbandingan pada gambar 4.32 diatas nilai rata-rata *jitter* yang didapat untuk jaringan MPLS dengan QoS lebih kecil dibandingkan dengan jaringan biasa setelah diberi beban trafik sebesar 80% dari *bandwidth*. Nilai rata-rata jitter cukup besar perbedaanya pada saat bandwidth 1536 kbps sampai 2048 kbps dengan selisih kurang lebih tiga *milisecond*.



Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Paket *Loss* (%) dengan Beban 80%

Pada gambar 4.33 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 80% dari *bandwidth*. Terlihat jelas perbedaan nilai rata-rata paket *loss* yang dihasilkan dari bandwidth 64 kbps sampai 2048 kbps. Pada saat andwidth yang diberikan sebesar 1280 kbps paket loss pada jaringan biasa sebesar 85.94% sedangkan pada jaringan MPLS dengan QoS sebesar 25.03% terdapat selisih yang sangat jauh antara paket loss pada jaringan biasa dan jaringan MPLS. Perbedaan nilai yang cukup jauh tersebut dikarenakan pada jaringan sibuk paket *Video on Demand* yang melewati jaringan MPLS dengan menerapkan QoS diberi prioritas *bandwidth* sendiri sedangkan pada jaringan biasa tidak ada paket yang diprioritaskan sehingga banyak paket dari *Video on Demand* dibuang (*drop*). Dapat disimpulkan bahwa performansi jaringan MPLS dengan QoS lebih baik dibandingkan dengan jaringan biasa untuk paket *loss* yang dihasilkan.



Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Throughput (mbps) dengan Beban 80%

Pada gambar 4.34 diatas, merupakan grafik perbandingan rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian skenario 3 dan 4 dengan memberikan beban pada jaringan sebesar 80% dari *bandwidth*. Dilihat dari hasil perbandingan nilai rata-rata *throughput* dengan memberikan beban, nilai *troughput* yang didapat hampir sama antara jaringan biasa dan jaringan MPLS yang menerapkan QoS. Hal tersebut dikarenakan *throughput* merupakan bandwidth sesungguhnya yang sedang digunakan saat dilakukan pengujian. Terlihat pada saat *bandwidth* 2048 kbps *throughput* yang dihasilkan 2.048 mbps. jadi bisa dikatakan saat pengujian dengan memberikan beban sebesar 40% pada *bandwidth* 2048 kbps, *bandwidth* sebenar yang sedang digunakan disaat pengujian adalah 2.048 mbps dengan kata lain bandwidth yang diberikan terpakai semuanya, karena trafik yang lewat pada jaringan tidak hanya trafik untuk layanan VoD.