

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Kebutuhan Sistem

Saat melakukan pengujian jaringan VPN PPTP dan L2TP, dibutuhkan perangkat *software* dan *hardware* untuk mendukung dalam penelitian analisis unjuk kerja jaringan VPN dengan menggunakan protokol PPTP dan L2TP berbasis Mikrotik. Kebutuhan *software* dan *hardware* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Kebutuhan *Hardware*

Hardware	Jumlah Unit	Keterangan
PC Server	1	Personal computer, Core 2 duo, RAM 2 GB, Hard drive 1 TB
PC Client	1	AMD A6800k, RAM 4 GB, Harddisk 512 Gb
Mikrotik	2	2 Routerboard 941-2Nd, MIPS-BE AR7241 400MHz, RAM 32 Mb, NAND 64Mb, 4 eth port

**Tabel 4.2** Kebutuhan *Software*

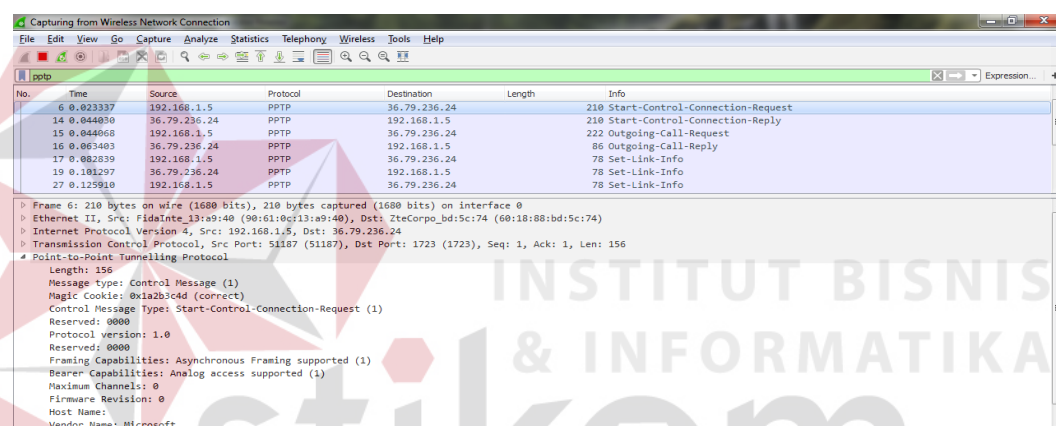
Software	Keterangan
Windows 7 Profesional 64 bit	Sebagai <i>operating system</i> PC server
Windows 7 Profesional 64 bit	Sebagai <i>operating system</i> PC client
RouterOS-MIPSBE 6.26	Sebagai <i>operating system</i> router Mikrotik RB 941
Wireshark	Sebagai aplikasi merekam lalu lintas data
Microsoft Excel	Sebagai aplikasi Pengolahan data dan Pembuatan grafik
VLC media player	Sebagai aplikasi <i>streaming</i> video

## 4.2. Dial VPN Connection

Pengambilan data dilakukan pada saat PPTP/L2TP client melakukan dial VPN ke PPTP/L2TP server. Tujuan dari pengambilan data ini adalah melakukan pengamatan terhadap protokol PPTP dan L2TP dalam membangun sebuah tunnel VPN sebelum data *streaming* dapat di lewatkan melalui tunnel tersebut.

### 4.2.1 Dial VPN PPTP

Capture data dilakukan menggunakan aplikasi wireshark saat PPTP client membuat koneksi ke PPTP server.



Gambar 4.1 pembentukan tunnel pada PPTP

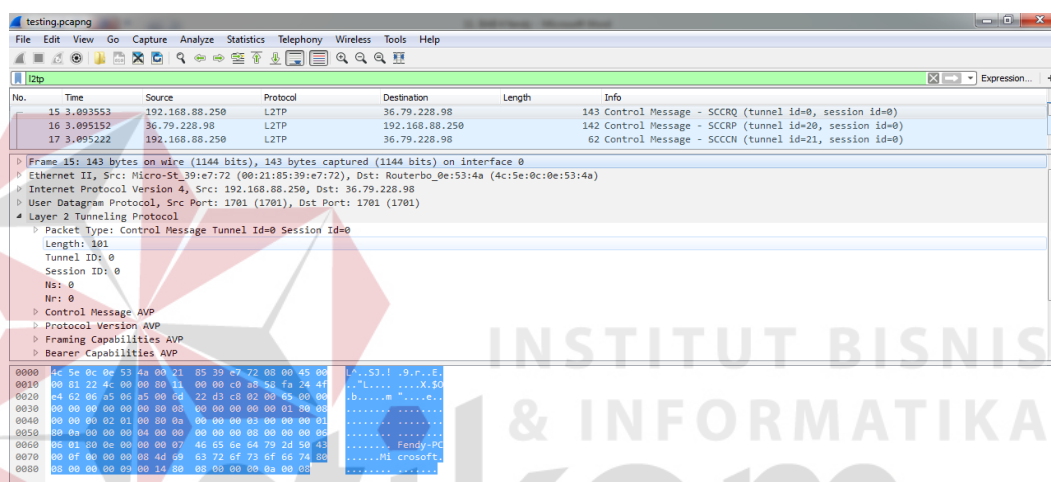
Seperti terlihat pada gambar 4.1, terjadi pertukaran pesan antara PPTP client dengan PPTP server melalui koneksi TCP untuk membuat *tunnel* dengan urutan sebagai berikut :

- PPTP client mengirim Start-Control-Connection-Request kepada PPTP server; permintaan untuk memulai session.
- PPTP Server mengirim Start-Control-Connection-Reply kepada PPTP Client; untuk menjawab start session.
- PPTP Client mengirim Outgoing-Call-Request kepada PPTP Server; permintaan untuk melakukan outgoing call.

- PPTP Server mengirim Outgoing-Call-Reply kepada PPTP Client; respon dari server telah menerima Outgoing-Call-Request.
- PPTP Client mengirim Set-Link-Info kepada PPTP server; permintaan untuk merubah setting koneksi antara client dan server.

#### 4.2.2 Dial VPN L2TP

Capture data dilakukan menggunakan aplikasi wireshark saat L2TP client membuat koneksi ke L2TP server.



Gambar 4.2 pembentukan tunnel pada L2TP

Seperti terlihat pada gambar 4.1, terjadi pertukaran pesan antara PPTP client dengan PPTP server melalui koneksi TCP untuk membuat *tunnel* dengan urutan sebagai berikut :

- L2TP *Client* mengirim SCCRP (Start-Control-Connection-Request) ke L2TP *Server*; untuk menginisialisasi tunnel antara *server* dan *client*, untuk proses pembentukan tunnel.
- L2TP *Server* mengirim SCCRP (Start-Control-Connection-Reply) ke L2TP *Client*; untuk mengindikasikan bahwa SCCRP telah diterima dan

pembentukan tunnel harus dilanjutkan. Dikirim sebagai balasan dari message SCCRQ yang dikirim oleh *L2TP Client*.

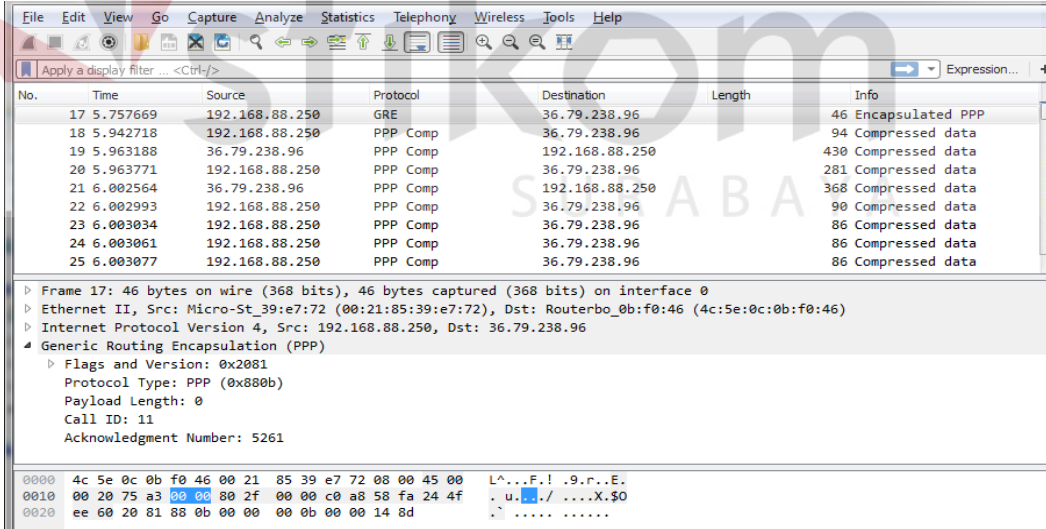
- *L2TP Client* mengirim SCCCN (Start-Control-Connection-Connected) ke *L2TP Server*; dikirim sebagai balasan dari message SCCRP yang dikirim oleh *L2TP Server* mengindikasikan proses pembentukan tunnel telah selesai.

### 4.3. Enkapsulasi pada Protokol Tunneling

Pengambilan data dilakukan pada saat PPTP/*L2TP client* melakukan transfer data dari *Server* ke *Client*, yang di analisa dari pengambilan data ini adalah *QOS* dari protokol PPTP dan L2TP yang dilewatkan melalui *tunnel*.

#### 4.3.1 Enkapsulasi data pada PPTP

Capture data pada saat PPTP *client* melakukan *streaming* ke *server*:



The screenshot shows a network traffic capture in Wireshark. The main pane displays a list of captured packets. The first packet (No. 17) is a GRE packet (Generic Routing Encapsulation) with a length of 46 bytes, encapsulating PPP data. Subsequent packets (Nos. 18-25) are PPP compressed data packets, each with a length of 86 bytes. The packet details pane for the selected GRE packet (No. 17) shows the following structure:

- Frame 17: 46 bytes on wire (368 bits), 46 bytes captured (368 bits) on interface 0
- Ethernet II, Src: Micro-St\_39:e7:72 (00:21:85:39:e7:72), Dst: Routerbo\_0b:f0:46 (4c:5e:0c:0b:f0:46)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.88.250, Dst: 36.79.238.96
- Generic Routing Encapsulation (PPP)
  - Flags and Version: 0x2081
  - Protocol Type: PPP (0x800b)
  - Payload Length: 0
  - Call ID: 11
  - Acknowledgment Number: 5261

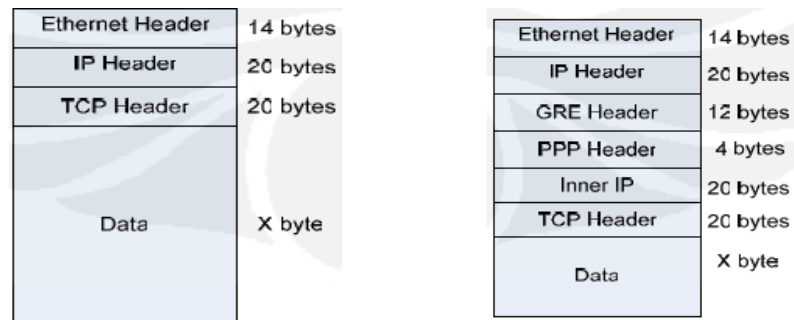
The packet bytes pane at the bottom shows the raw hex and ASCII data for the selected packet.

Gambar 4.3 *Capture* paket streaming pada PPTP tunnel

Data yang dilewatkan antara *server* dan *client* ditransmisikan pada IP *datagram* yang memiliki paket PPP. GRE (Generic Routing Encapsulation) melakukan *enkapsulasi* paket IP yang berisi paket PPP menjadi paket GRE,

kemudian paket GRE tersebut dibungkus dalam sebuah paket IP untuk dilewatkan dalam *tunnel*.

Paket TCP yang dilewatkan melalui PPTP *tunnel* akan berbeda dengan paket TCP yang dilewatkan melalui pengalamatan IP biasa.



Tanpa PPTP Tunnel

Dengan PPTP tunnel

Gambar 4.4 Perbandingan Paket TCP dengan PPTP dan Tanpa PPTP

Paket PPP dibuat oleh PPTP *server* merupakan paket data yang telah *terenkripsi*, GRE header meringkas paket PPP tersebut menjadi *IP Datagram*, kemudian *IP Datagram* dibungkus oleh *IP Delivery Header* yang membawa informasi penting untuk datagram untuk melintasi internet. *IP Datagram* tersebut dirutekan melalui internet hingga mencapai tujuan PPTP client yang terhubung ke internet.

### 4.3.2 Enkapsulasi data pada L2TP

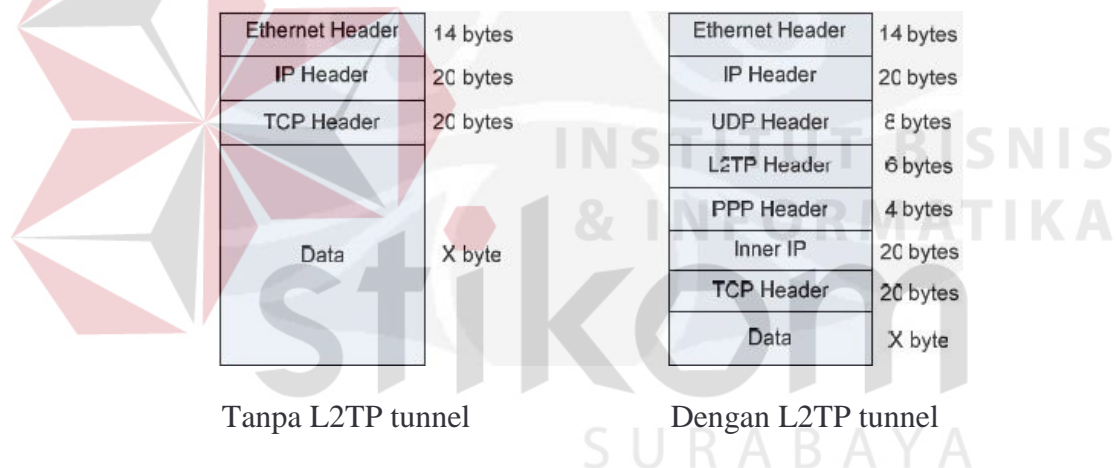
Capture data pada saat PPTP *client* melakukan streaming ke *server*:

No.	Time	Source	Protocol	Destination	Length	Info
22	2.516602	36.79.228.98	PPP Comp	192.168.88.250	96	Compressed data
36	4.853062	192.168.88.250	PPP Comp	36.79.228.98	110	Compressed data
37	5.049007	36.79.228.98	PPP Comp	192.168.88.250	108	Compressed data
38	5.049197	192.168.88.250	PPP Comp	36.79.228.98	98	Compressed data
39	5.054805	192.168.88.250	PPP Comp	36.79.228.98	223	Compressed data
40	5.187650	36.79.228.98	PPP Comp	192.168.88.250	220	Compressed data
41	5.187843	192.168.88.250	PPP Comp	36.79.228.98	249	Compressed data
42	5.228878	36.79.228.98	PPP Comp	192.168.88.250	304	Compressed data
43	5.434907	192.168.88.250	PPP Comp	36.79.228.98	98	Compressed data

Frame 20: 251 bytes on wire (2008 bits), 251 bytes captured (2008 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: Micro-St\_39:e7:72 (00:21:85:39:e7:72), Dst: Routerbo\_0e:53:4a (4c:5e:0c:0e:53:4a)  
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.88.250, Dst: 36.79.228.98  
 User Datagram Protocol, Src Port: 1701 (1701), Dst Port: 1701 (1701)  
 Layer 2 Tunneling Protocol  
 Point-to-Point Protocol  
 PPP Compressed Datagram

Gambar 4.5 *Capture* paket streaming pada L2TP tunnel

Paket TCP yang dilewatkan melalui L2TP tunnel akan berbeda dengan paket TCP yang dilewatkan melalui pengalaman IP biasa.



Gambar 4.6 Perbandingan Paket TCP dengan L2TP dan Tanpa L2TP

Paket PPP dienkapsulasi oleh header L2TP dan paket transport UDP, kemudian paket ditambahkan *IP Header* untuk dilewatkan melalui *tunnel* sampai ke alamat tujuan.

Dengan menambahkan *tunnel* PPTP atau L2TP berarti akan mengurangi besat *byte payload* pada data yang akan dikirim. Dengan berkurangnya *byte payload* pada data yang akan dikirim dalam satuan waktu, maka pengiriman data melalui *tunnel* akan memakan waktu lebih lama

#### 4.4. Hasil Penelitian

Pada hasil penelitian ini membahas mengenai hasil analisa perbandingan antara dua *protokol* yaitu PPTP dan L2TP dengan membuat *tunnel* VPN melalui jaringan public, parameter yang diukur adalah besaran *bandwidth* dan ukuran video yang berbeda pada jaringan server dan client kemudian dianalisis berdasarkan *QoS*, seperti *delay*, *throughput* dan *packet loss* untuk mengetahui kinerja dari kedua protokol tersebut. Berikut adalah cara pengambilan data beserta perhitungannya:

No.	Time	Source	Protocol	Destination	Length	Info
1	0.089000	192.168.88.254	PPTP	36.79.238.96	70	Echo-Request
2	0.017473	36.79.238.96	PPTP	192.168.88.254	70	Echo-Reply
3	0.224966	192.168.88.254	TCP	36.79.238.96	54	58476 → 1723 [ACK] Seq=17 Ack=21 Win=16325 Len=0
4	1.158556	36.79.238.96	PPP LCP	192.168.88.254	62	Echo Request
5	1.158918	192.168.88.254	PPP LCP	36.79.238.96	62	Echo Reply
6	1.273514	36.79.238.96	GRE	192.168.88.254	46	Encapsulated PPP
7	4.782857	AskeyCom_25:a2:1a	ARP	Routerbo_59:c5:d4	42	Who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.254
8	4.787155	Routerbo_59:c5:d4	ARP	AskeyCom_25:a2:1a	42	192.168.88.1 is at 4c:5e:8c:59:c5:d4
9	10.596486	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	110	Compressed data
10	10.586742	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	110	Compressed data
11	10.603945	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	98	Compressed data
12	10.615541	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	142	Compressed data
13	10.682856	192.168.88.254	GRE	36.79.238.96	46	Encapsulated PPP
14	10.812954	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	94	Compressed data
15	10.842264	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	433	Compressed data
16	10.883914	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	222	Compressed data
17	10.883478	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	98	Compressed data
18	10.883588	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	98	Compressed data
19	10.883678	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	94	Compressed data
20	10.902174	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	98	Compressed data
21	10.937858	192.168.88.254	GRE	36.79.238.96	46	Encapsulated PPP
22	11.1354680	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	283	Compressed data
23	11.1354986	192.168.88.254	BROWSER	192.168.88.255	243	Local Master Announcement FENDY-PC, Workstation, Server, NT Workstation, Po...
24	11.463526	36.79.238.96	GRE	192.168.88.254	46	Encapsulated PPP
25	13.127200	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	110	Compressed data
26	13.1527499	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	110	Compressed data
27	13.1545003	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	98	Compressed data
28	13.1556534	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	221	Compressed data
29	13.1572944	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	222	Compressed data
30	13.1593126	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	247	Compressed data
31	13.612935	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	305	Compressed data
32	13.613810	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	1454	Compressed data
33	13.658380	36.79.238.96	PPP Comp	192.168.88.254	98	Compressed data
34	13.658695	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	1458	Compressed data
35	13.658761	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	1454	Compressed data
36	13.658796	192.168.88.254	PPP Comp	36.79.238.96	1454	Compressed data

Gambar 4.7 Tampilan *capture* Wireshark

Gambar 4.6 merupakan tampilan hasil rekam Wireshark. Dari hasil *capture* tersebut kemudian disaring file *header* hasil data PPTP yaitu PPP untuk mendapatkan *file streaming* yang direkam. Setelah disaring kemudian di-*export* dalam format CSV. File dari format CSV akan dibuka menggunakan Ms.Excel untuk dihitung berdasarkan rumus. Berikut adalah cara perhitungan *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.



*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan paket untuk sampai ke tujuan.

*Delay* dihitung dengan rumus seperti pada rumus (4.1).

$$\text{Latency} = \text{Waktu sampai} - \text{Waktu berangkat} \quad (4.1)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	
2	3	4.664.472	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	110	Compressed data	
3	4	4.682.805	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	96	Compressed data	
4	5	4.693.315	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	221	Compressed data	
5	6	4.717.277	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	222	Compressed data	
6	7	4.737.723	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	247	Compressed data	
7	8	4.758.257	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	306	Compressed data	
8	9	4.971.665	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	96	Compressed data	
9	10	4.971.921	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	435	Compressed data	
10	11	4.998.526	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	282	Compressed data	
11	12	5.020.754	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	368	Compressed data	
12	13	5.041.326	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	88	Compressed data	
13	14	5.043.962	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	88	Compressed data	
14	15	5.043.988	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	88	Compressed data	
15	16	5.044.344	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	118	Compressed data	
16	17	5.045.335	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	88	Compressed data	
17	18	5.051.309	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	264	Compressed data	
18	19	5.060.074	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
19	20	5.073.317	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	375	Compressed data	
20	21	5.086.110	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
21	22	5.096.668	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	254	Compressed data	
22	23	5.101.377	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	86	Compressed data	
23	24	5.112.072	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	310	Compressed data	
24	25	5.117.278	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	264	Compressed data	
25	26	5.138.175	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
26	27	5.160.560	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	84	Compressed data	
27	28	5.164.069	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
28	29	5.190.182	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
29	30	5.216.191	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
30	31	5.242.186	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
31	32	5.269.157	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
32	33	5.295.114	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
33	34	5.321.183	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
34	35	5.332.204	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	96	Compressed data	
35	36	5.347.118	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
36	37	5.373.176	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
37	38	5.399.228	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	
38	39	5.425.162	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	311	Compressed data	

Gambar 4.8 Data Pada Server



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	6.504.813	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	108	Compressed data
7	6.505.004	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	98	Compressed data
8	6.514.072	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	223	Compressed data
9	6.558.097	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	220	Compressed data
10	6.558.202	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	249	Compressed data
11	6.599.690	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	304	Compressed data
12	6.794.092	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	98	Compressed data
13	6.816.322	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	433	Compressed data
14	6.816.970	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	284	Compressed data
15	6.862.087	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	366	Compressed data
16	6.862.543	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	90	Compressed data
17	6.862.580	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	90	Compressed data
18	6.862.610	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	90	Compressed data
19	6.862.624	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	90	Compressed data
20	6.862.658	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	266	Compressed data
21	6.884.406	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	116	Compressed data
22	6.901.232	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
23	6.915.127	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	373	Compressed data
24	6.917.286	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	256	Compressed data
25	6.927.582	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
26	6.956.126	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	308	Compressed data
27	6.958.533	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	262	Compressed data
28	6.979.732	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
29	7.007.186	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
30	7.031.553	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
31	7.058.335	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
32	7.083.452	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
33	7.110.452	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
34	7.137.303	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
35	7.154.082	192.168.88.250	36.79.228.98	PPP Comp	98	Compressed data
36	7.162.344	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
37	7.188.430	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
38	7.214.847	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
39	7.240.911	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
40	7.266.767	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
41	7.292.383	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data
42	7.321.026	36.79.228.98	192.168.88.250	PPP Comp	309	Compressed data

Gambar 4.9 Data Pada Client.

Sebelum menghitung *delay*, yang harus kita lakukan adalah melihat *Source*, *destination*, dan panjang *length* apakah dari sisi *server* dan sisi *client* *Source*, *destination*, dan panjang *length* sama, dikarenakan pada VPN PPTP dan L2TP semua data yang dikirimkan akan di *enkripsi*. langkah pertama adalah mencocokkan *source* dari *server* ke *client* melalui *ip public speedy* seperti yang terlihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Setelah data yang dikirimkan dari *server* ke *client* yaitu seperti *Source*, *destination*, dan panjang *length* tepat kemudian pada *time* dihitung satu per satu untuk mendapatkan selisih waktu antara *server* dengan *client*. Dari selisih waktu antar paket kemudian dirata – rata dan didapatkan nilai *delay* rata – rata. Tabel 4.3 adalah contoh perhitungan *delay* dengan sampel 5 data:

**Tabel 4.3** Contoh perhitungan *delay*.

Data server	Data client	<i>Delay</i> (S)
4,664472	6,504813	6,504813 - 4,664472 = 1,840341
4,682805	6,505004	6,505004 - 4,682805 = 1,822199
4,693315	6,514072	6,514072 - 4,693315 = 1,820757
4,717277	6,558097	6,558097 - 4,717277 = 1,84082
4,737723	6,558202	6,558202 - 4,737723 = 1,820479

Rata – rata *delay* dari 5 data diatas adalah  $(1,840341 + 1,822199 + 1,820757 + 1,84082 + 1,820479) : 5 = 1,828919$  *delay* 5 data tersebut adalah 1,828919 Second atau 1828,919 ms

*Throughput* merupakan besaran *bandwidth* yang nyata digunakan dalam *streaming* dengan perhitungan seperti pada rumus (4.2).

$$\text{Throughput} = \frac{\text{(jumlah data yang dikirim)}}{\text{(waktu pengiriman data)}} \quad (4.2)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	
2	3	4.664.472	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	110	Compressed data	
3	4	4.682.805	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	96	Compressed data	
4	5	4.693.315	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	221	Compressed data	
5	6	4.717.277	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	222	Compressed data	
6	7	4.737.723	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	247	Compressed data	
7	8	4.758.257	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	306	Compressed data	
8	9	4.971.665	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	96	Compressed data	
9	10	4.971.921	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	435	Compressed data	
10	11	4.998.526	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	282	Compressed data	
11	12	5.020.754	192.168.88.254	36.79.228.98	PPP Comp	368	Compressed data	
12	13	5.041.326	36.79.228.98	192.168.88.254	PPP Comp	88	Compressed data	

**Gambar 4.10** Panjang *packet server*

*Throughput* dicari dengan cara mengitung total panjang paket. Kemudian menghitung waktu interval dari waktu akhir pengambilan dikurangi dengan waktu

awal. Setelah mendapatkan nilai total panjang paket dan waktu interval, maka dapat dimasukkan ke rumus *throughput*. Hasil pembagian tersebut mendapatkan hasil *throughput*. Berikut adalah contoh perhitungan *throughput* dengan sampel 10 data:

$$110 + 96 + 221 + 222 + 247 + 306 + 96 + 435 + 282 + 368 = 2383 \text{ paket}$$

Berikutnya adalah perhitungan waktu  $5,020754 - 4,664472 = 0,356282 \text{ second}$ .

Untuk mengetahui *throughput* dengan sampel 10 data adalah  $2383 : 0,356282 =$

$$6688,522 \text{ bytes paket per second atau } 6688,522 \times 8 / 1000 = 53,50818 \text{ Kbps}$$

*Packet loss* merupakan *packet* yang hilang pada saat proses *streaming*.

*Packet loss* dapat dihitung dengan rumus (4.3):

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{packet transmitted} - \text{Packet received})}{\text{packet transmitted}} \times 100\% \quad (4.3)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
70986	71209	602.79314	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
70987	71210	602.798397	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70988	71211	602.807477	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70989	71212	602.809432	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
70990	71213	602.819813	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70991	71214	602.828713	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
70992	71215	602.853942	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70993	71216	602.857816	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
70994	71217	602.862804	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70995	71218	602.866285	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	114	Compressed data	
70996	71219	602.877374	192.168.88.254	36.79.238.96	PPP Comp	142	Compressed data	
70997	71220	602.882124	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
70998	71221	602.882985	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
70999	71222	602.88885	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
71000	71223	602.89364	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
71001	71225	602.90024	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
71002	71226	602.90691	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
71003	71227	602.908242	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	102	Compressed data	
71004	71228	602.910348	192.168.88.254	36.79.238.96	PPP Comp	130	Compressed data	
71005	71229	602.9139	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	102	Compressed data	
71006	71230	602.923693	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	250	Compressed data	
71007	71231	602.931487	192.168.88.254	36.79.238.96	PPP Comp	98	Compressed data	
71008	71232	602.936379	192.168.88.254	36.79.238.96	PPP Comp	261	Compressed data	
71009	71233	602.957119	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	110	Compressed data	
71010	71234	602.964757	192.168.88.254	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
71011	71235	602.970887	36.79.238.96	192.168.88.254	PPP Comp	634	Compressed data	
71012								

Gambar 4.11 Jumlah *packet* yang dikirim dari *server*

	A	B	C	D	E	F	G	H
14970	15302	601.061696	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	278	Compressed data	
14971	15303	601.108859	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	143	Compressed data	
14972	15304	601.176497	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	286	Compressed data	
14973	15305	601.191399	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	262	Compressed data	
14974	15306	601.200902	192.168.88.250	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
14975	15307	601.245311	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	393	Compressed data	
14976	15308	601.25441	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	286	Compressed data	
14977	15309	601.273379	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	270	Compressed data	
14978	15310	601.313519	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	274	Compressed data	
14979	15311	601.327682	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	356	Compressed data	
14980	15312	601.39885	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	282	Compressed data	
14981	15313	601.454773	192.168.88.250	36.79.238.96	GRE	46	Encapsulated PPP	
14982	15314	601.457048	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	272	Compressed data	
14983	15315	601.4794	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	274	Compressed data	
14984	15316	601.552264	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	278	Compressed data	
14985	15317	601.577106	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	267	Compressed data	
14986	15318	601.577852	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	280	Compressed data	
14987	15319	601.602001	36.79.238.96	192.168.88.250	PPP Comp	271	Compressed data	
14988								

**Gambar 4.12** Jumlah *packet* yang diterima di *client*

*Packet loss* dihitung dengan cara menghitung banyak *packet* yang ditransmisikan dari *server* dikurangi dengan banyak *packet* yang diterima oleh *client*. Untuk mendapatkan persentase *packet loss*, maka dari hasil pengurangan akan di bagi dengan *packet* yang dikirimkan kemudian dikalikan 100. Berikut adalah contoh perhitungan *packet loss* :  $(71010 - 14987) : 71010 \times 100 = 78,89\%$ .

Dari hasil analisis data di atas maka akan dilakukan 3 kali pengambilan sampel data dengan waktu yang berbeda yaitu di pagi hari dengan waktu pukul 08.00 – 10.00, siang hari pada pukul 14.00 – 16.00, malam hari pada pukul 20.00 – 22.00 dan setelah itu di ambil rata – rata nya. Maka dari rumus *delay*, *throughput* dan *packet loss* akan didapatkan hasil analisis dari tiap – tiap protokol VPN yang digunakan yaitu PPTP dan L2TP:

#### 4.4.1. Analisis Data VPN PPTP dan L2TP

Pada Tabel 4.4 merupakan hasil *delay* dari *streaming* video antara 2 VPN menggunakan *protocol* PPTP dan L2TP dengan satuan *Second* yang mempunyai ukuran video sebesar 11,502 MB, 22,28 MB dan 31,62 MB dengan *bandwidth* sebesar 128 Kbps, 256 Kbps dan 512 Kbps.

Pada VPN dengan *protocol* PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 128 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 2,38 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 3,365 Second, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 3,75 Second. Pada VPN dengan *Protocol* L2TP, dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* 2,48 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *delay* 3,54 Second, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan *delay* 3,8 Second.

Pada VPN dengan *protocol* PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 256 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 1,235 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 1,52 Second, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 2,85 Second. Pada VPN dengan *Protocol* L2TP, dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* 1,4915 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *delay* 1,8 Second, ukuran video sebesar 31,62 menghasilkan *delay* 2,85 Second.

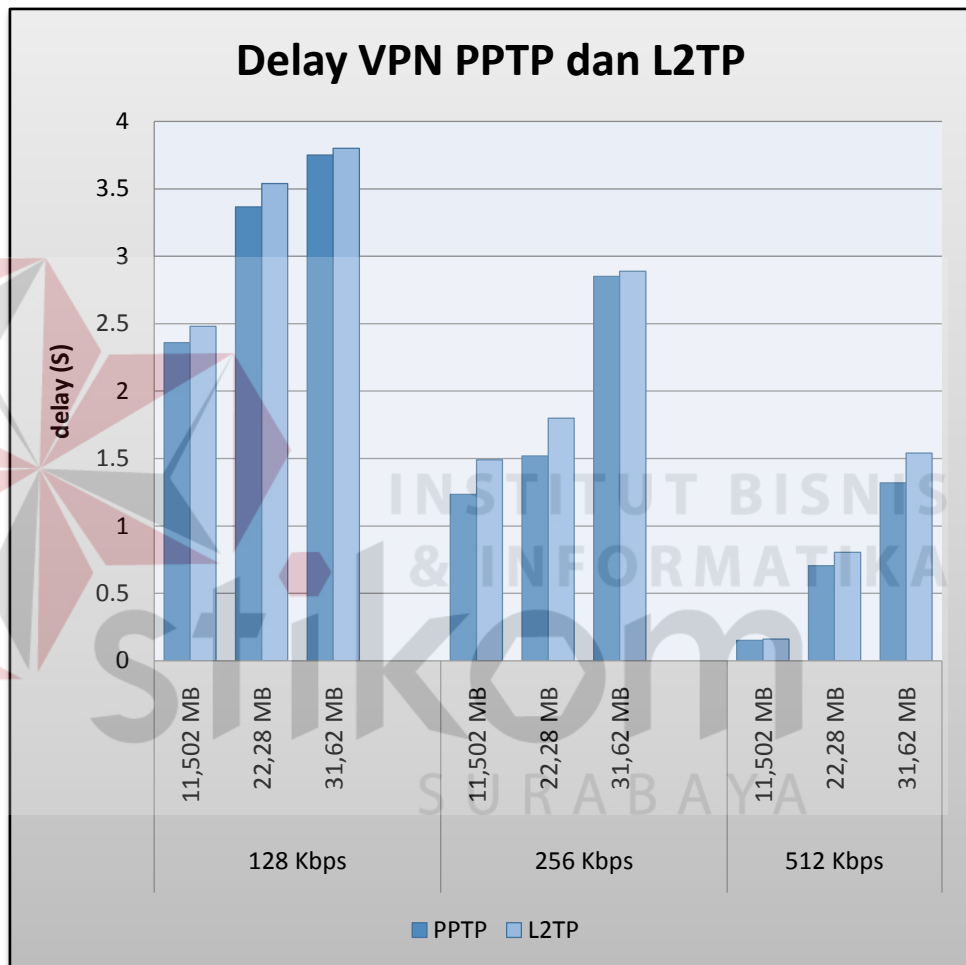
Pada VPN dengan *protocol* PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 512 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 0,152 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB

menghasilkan nilai *delay* sebesar 0,705 Second, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *delay* sebesar 1,32 Second. Pada VPN dengan *Protocol* L2TP, dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *delay* 0,161 Second, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *delay* 0,805 Second, ukuran video sebesar 31,62 menghasilkan *delay* 1,54 Second.

**Tabel 4.4** Hasil perbandingan *delay* VPN PPTP dan L2TP

Router	Bandwidth	Ukuran video	PPTP Delay (S)	L2TP Delay (S)
VPN	128 Kbps	11,502 MB	2,36	2,48
		22,28 MB	3,365	3,54
		31,62 MB	3,75	3,8
		Rata - rata	3,15	3,273
		Margin %	3,75%	
	256 Kbps	11,502 MB	1,235	1,4915
		22,28 MB	1,52	1,8
		31,62 MB	2,85	2,89
		Rata – rata	1,863	2,04
		Margin %	8,67%	
	512 Kbps	11,502 MB	0,152	0,161
		22,28 MB	0,705	0,805
		31,62 MB	1,32	1,54
	Rata - rata			0,725
Margin %			13,75 %	

Untuk mengetahui perbedaan yang jelas dalam pembacaan data maka Gambar 4.7 merupakan hasil grafik dari perbandingan *delay protocol* PPTP dan L2TP.



**Gambar 4.13** Grafik hasil perbandingan *delay* PPTP dan L2TP

Waktu *delay* rata – rata pada *streaming* video dengan perbedaan *bandwidth* dan ukuran video antara PPTP dengan L2TP terdapat perbedaan. Pada *bandwidth* 128 Kbps L2TP memiliki selisih *delay* sebesar 0,123 Second lebih besar dibanding dengan PPTP sehingga PPTP mempunyai nilai margin sebesar 3,75% lebih baik dibandingkan dengan L2TP dalam segi *delay*.



Pada *bandwidth* 256 Kbps L2TP memiliki selisih delay sebesar 0,177 Second lebih besar dibanding dengan PPTP sehingga PPTP mempunyai nilai margin sebesar 8,67 % lebih baik dibandingkan dengan L2TP dalam segi *delay*.

Pada *bandwidth* 512 Kbps L2TP memiliki selisih delay sebesar 0,11 Second lebih besar dibanding dengan PPTP sehingga PPTP mempunyai nilai margin sebesar 13,75 % lebih baik dibandingkan dengan L2TP dalam segi *delay*. Perbedaan ini tidak signifikan dikarenakan banyak vaktor yang mempengaruhi seperti vaktor cuaca, jaringan trafik yang padat dikarenakan melewati cloud internet jaringan speedy dimana banyak pengguna yang sedang berselancar di dunia internet, jumlah hop yang dilewati pada cloud internet, perbedaan enkapsulasi data pada jaringan VPN PPTP dan L2TP,

*Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang diamati pada waktu interval tertentu. Nilai *Throughput* digunakan untuk menentukan kecepatan data. Pada Tabel 4.5 merupakan hasil *throughput* dari *streaming* video antara 2 protokol VPN yaitu PPTP dengan satuan *kilobits per second* (kbps) yang mempunyai ukuran video sebesar 11,502 MB, 22,28 MB dan 31,62 MB dengan *bandwidth* sebesar 128 Kbps, 256 Kbps dan 512 Kbps.

Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 128 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 94,09 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 85,69 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 70,82 Kbps. Pada VPN dengan protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* 91,235 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai

*throughput* sebesar 83,452 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 72,95 Kbps.

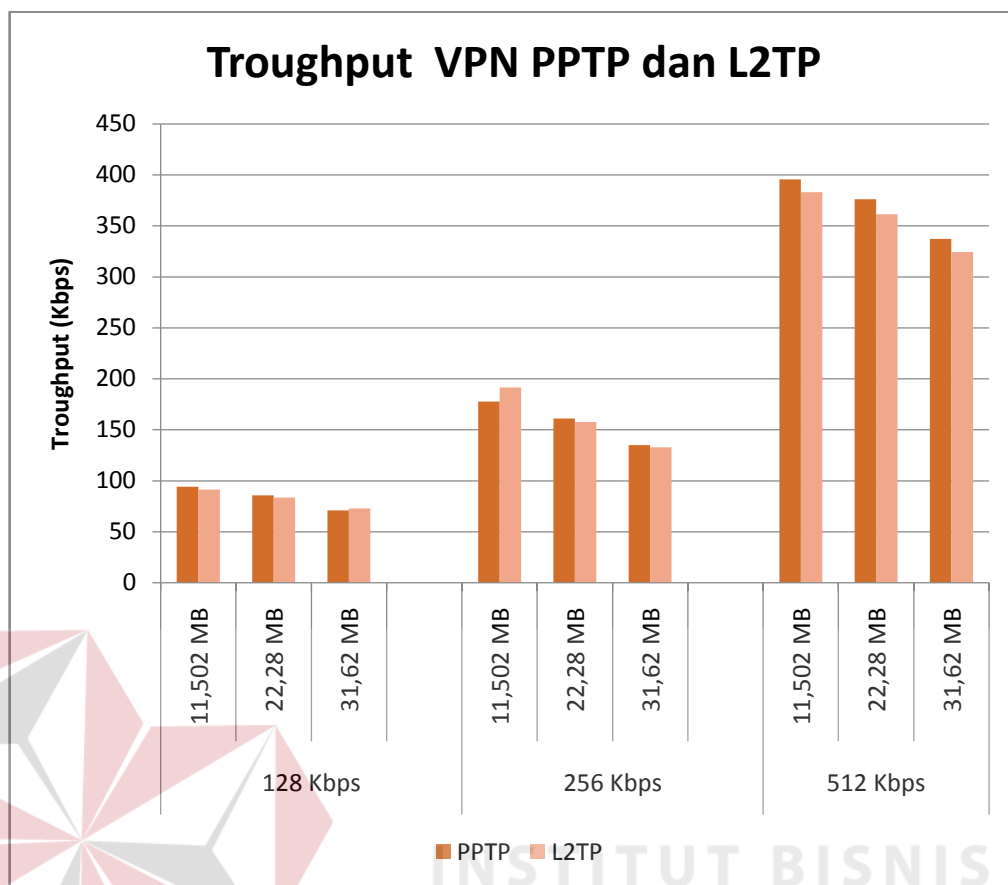
Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 256 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 177,7 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 161,21 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 135,11 Kbps. Pada VPN dengan protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* 191,745 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 157,75 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 132,83 Kbps.

Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 512 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 395,69 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 376,205 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 337,32 Kbps. Pada VPN dengan protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *throughput* 383,2 Kbps, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 361,53 Kbps, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 324,45 Kbps.

**Tabel 4.5** Hasil perbandingan *throughput* VPN PPTP dan L2TP

<b>Router</b>	<b>Bandwidth</b>	<b>Ukuran video</b>	<b>PPTP <i>Throughput</i> (Kbps)</b>	<b>L2TP <i>Throughput</i> (Kbps)</b>
VPN	128 Kbps	11,502 MB	94,09	91,235
		22,28 MB	85,69	83,425
		31,62 MB	70,82	72,95
		Rata – rata	83,53	82,54
		Margin %	1,185 %	
	256 Kbps	11,502 MB	177,7	191,7
		22,28 MB	161,21	157,75
		31,62 MB	135,11	132,83
		Rata - rata	158,06	160,75
		Margin %	1,67 %	
512 Kbps	11,502 MB	395,69	383,2	
	22,28 MB	376,205	361,53	
	31,62 MB	337,32	324,45	
	Rata – rata	369,73	356,39	
	Margin	3,60 %		

Untuk mengetahui perbedaan yang jelas dalam pembacaan data maka Gambar 4.8 merupakan hasil grafik dari perbandingan *throughput* antar topologi.



**Gambar 4.14** Grafik hasil perbandingan *throughput* VPN PPTP dan L2TP

Dengan melihat table nilai *throughput* di atas dapat kita ketahui selisih *throughput* antara PPTP dan L2TP dengan menggunakan *bandwidth* dan ukuran video yang sama yaitu dengan ukuran *bandwidth* 128 Kbps memiliki selisih *throughput* sebesar 0,99 Kbps sehingga protokol PPTP memiliki nilai margin sebesar 1,185 % lebih baik PPTP daripada L2TP.

Pada *bandwidth* 256 Kbps PPTP memiliki selisih delay sebesar 2,69 Kbps sehingga protokol L2TP memiliki nilai margin 1,67 % lebih baik L2TP daripada PPTP.

Pada *bandwidth* 512 Kbps L2TP memiliki selisih delay sebesar 13,34 Kbps sehingga protokol PPTP memiliki nilai margin 3,60 % lebih baik PPTP daripada L2TP. Dapat dilihat bahwa perbedaan *Throughput* protokol PPTP dan L2TP

sangat kecil sekali ini dikarenakan Perbedaan tersebut bisa terjadi karena padatnya trafik pada jaringan cloud internet yang menyebabkan kualitas jaringan terjadi penurunan saat melakukan streaming video menggunakan protokol PPTP dan L2TP karena pada dasarnya proses pengiriman data pada PPTP dan L2TP hampir sama, hanya terletak pada jumlah header lebih banyak L2TP dibandingkan PPTP.

*Packet loss* merupakan jumlah paket yang hilang pada proses pengiriman. Pada Tabel 4.6 merupakan hasil *packet loss* dari *streaming* video antara 2 protokol jaringan VPN dalam hitungan persen yang mempunyai ukuran video sebesar 11,502 MB, 22,28 MB dan 31,62 MB dengan *bandwidth* sebesar 128 Kbps, 256 Kbps dan 512 Kbps.

Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 128 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 41,83 %, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 49,7 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 63,97 %. Pada protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* 43,025 %, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 51,41 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 63,53 %.

Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 256 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 19,43 %, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 38,65 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 44,55 %. Pada protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* 20,04 %, ukuran

video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 39,54 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 44,08 %.

Pada VPN dengan protokol PPTP, dengan *bandwidth* yang digunakan untuk *streaming* sebesar 512 Kbps dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 10,08 %, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 31,85 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 36,85 %. Pada protokol L2TP dengan ukuran video sebesar 11,502 MB menghasilkan nilai *packet loss* 11,166 %, ukuran video sebesar 22,28 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 34,55 %, ukuran video sebesar 31,62 MB menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 48,35 %.

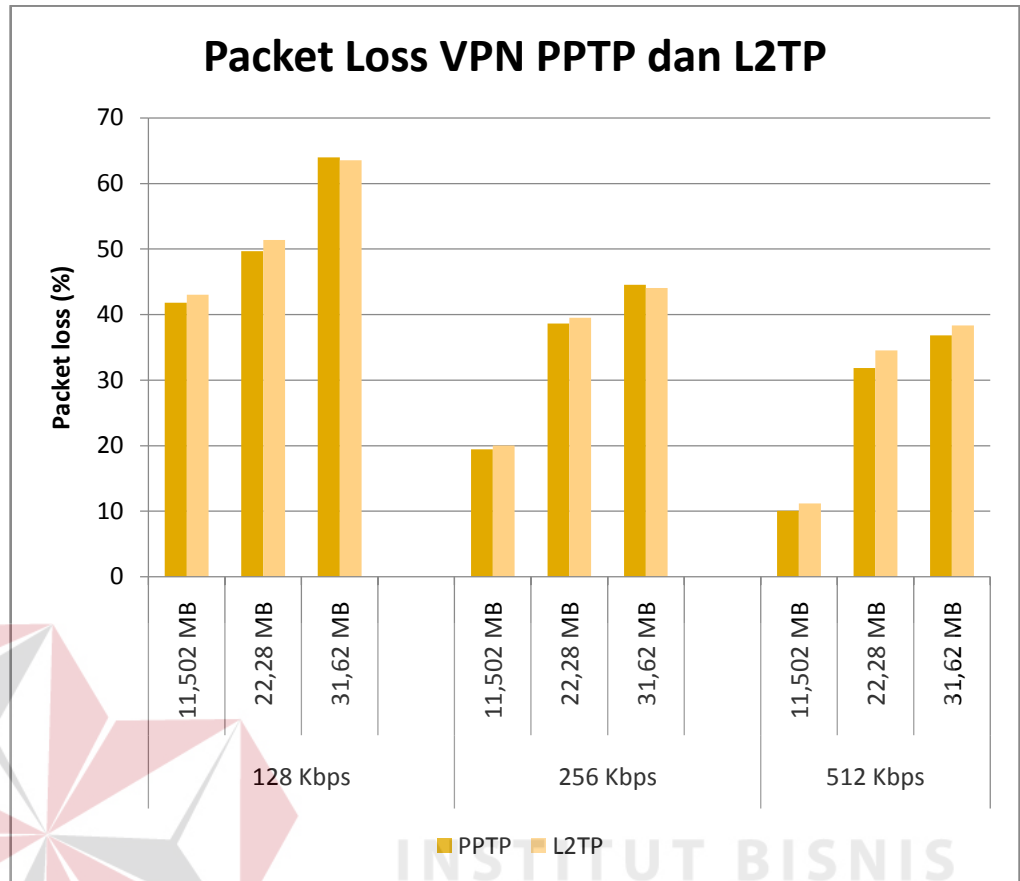


**Tabel 4.6** hasil perbandingan *packet loss* VPN PPTP dan L2TP

Router	Bandwidth	Ukuran video	PPTP	L2TP	
			<i>Packet loss (%)</i>	<i>Packet loss (%)</i>	
VPN	128 Kbps	11,502 MB	41,83	43,025	
		22,28 MB	49,7	51,41	
		31,62 MB	63,97	63,53	
		Rata – rata	51,83	52,65	
		Margin %	1,55 %		
	256 Kbps	11,502 MB	19,43	20,04	
		22,28 MB	38,65	39,54	
		31,62 MB	44,55	44,08	
		Rata - rata	34,21	34,53	
		Margin %	0,992 %		
	512 Kbps	11,502 MB	10,08	11,166	
		22,28 MB	31,85	34,55	
		31,62 MB	36,85	38,35	
	Rata - rata			26,26	28,02
	Margin %			6,28 %	

Untuk mengetahui perbedaan yang jelas dalam pembacaan data maka Gambar 4.9 merupakan hasil grafik dari perbandingan *packet loss* antar topologi.





**Gambar 4.15** Grafik hasil perbandingan *packet loss* VPN PPTP dan L2TP

*Packet loss* pada *streaming* video dengan perbedaan *bandwidth* dan ukuran video antara protokol PPTP dengan L2TP terdapat selisih *packet loss* yaitu dengan menggunakan *bandwidth* 128 Kbps sebesar 0,82 %, Protokol L2TP mempunyai *packet loss* lebih besar daripada protokol PPTP sehingga PPTP memiliki nilai margin sebesar 1,55 % yang lebih baik daripada L2TP.

Pada *bandwidth* 256 Kbps L2TP memiliki selisih *packet loss* sebesar 0,32 %, Protokol L2TP mempunyai *packet loss* lebih besar dari PPTP sehingga PPTP memiliki nilai margin sebesar 0,992 % yang lebih baik daripada L2TP.

Pada *bandwidth* 512 Kbps L2TP memiliki selisih *packet loss* sebesar 1,76 %, Protokol L2TP mempunyai *packet loss* lebih besar dari PPTP sehingga PPTP memiliki nilai margin sebesar 6,28 % yang lebih baik daripada L2TP. Perbedaan

tersebut bisa dikarenakan padatnya trafik pada jaringan cloud internet atau juga bisa kualitas jaringan terjadi penurunan saat melakukan streaming video menggunakan protokol L2TP.

