

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

Pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini tentang perancangan, instalasi hingga analisis kualitas layanan VoD yang dirancang menggunakan *server cloud computing* dengan variasi *port number*. Ada tiga tahap pembahasan dan analisis yang dilakukan :

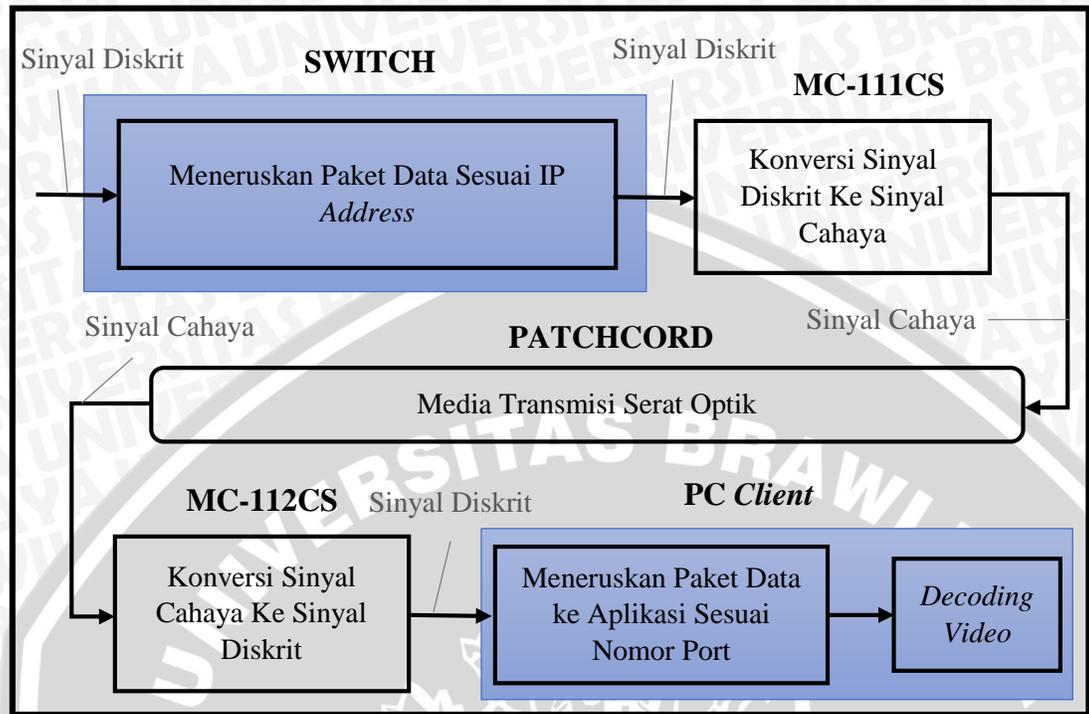
- 1) Perancangan, instalasi, hingga pengujian sistem
- 2) Melakukan perhitungan dan pengambilan data kualitas layanan VoD yang telah dibangun, meliputi *delay*, *packet loss*, dan *throughput* dan
- 3) Membandingkan hasil pengukuran dengan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T G.1010.

#### 4.2 Perancangan dan Instalasi

Dalam membangun sistem *Video on Demand* pada *server cloud computing* dengan variasi *port number* semuanya telah disesuaikan dengan metode penelitian dan tinjauan pustaka. Proses yang digunakan dalam langkah pertama ini terdiri dari 2 proses, yakni perancangan blok diagram dan instalasi perangkat baik *hardware* maupun *software*.

##### 4.2.1 Perancangan Blok Diagram

Perancangan blok diagram berisi tentang konfigurasi jaringan yang dihubungkan dengan komponen-komponen dari sistem yang digunakan. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa data yang dikirim oleh *server* diterima oleh *switch*. *Switch* yang digunakan pada penelitian ini merupakan *managable switch* yakni *switch* yang memiliki beberapa fungsi yang dimiliki oleh *router*. Fungsi dari *switch* ini adalah menyampaikan paket data yang dikirimkan oleh *server* sesuai dengan alamat IP yang ada pada paket data. Apabila paket data telah sampai pada alamat yang dituju maka komputer pengguna akan mengirimkan paket data kepada aplikasi yang sesuai dengan melihat nomor *port* yang ada pada paket data.



Gambar 4.1 Blok Diagram Penelitian Client.

Fungsi dan spesifikasi alat yang digunakan untuk masing-masing perangkat keras pada penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Fungsi Perangkat Keras pada Perancangan

No	Perangkat Keras	Fungsi
1	Cloud Server	Penyedia layanan <i>streaming Video on Demand (VoD)</i>
2	Firewall Google Cloud	Membatasi jenis trafik tertentu yang masuk dan keluar pada jaringan
3	Internet	Jaringan luas sebagai media transmisi data
4	Switch	Meneruskan paket data dalam komunikasi data dan menyediakan dan mengatur fitur <i>port mirroring</i>
5	Media Converter	Menyalurkan data dengan cara mengubah sinyal elektrik menjadi optik (cahaya)
6	Kabel Serat Optik	Mentransmisikan data berupa optik (cahaya) pada sistem jaringan
7	Kabel UTP ( <i>Unshielded Twisted Pair</i> )	Mentransmisikan data berupa sinyal elektrik pada sistem jaringan dengan konektor RJ-45

(Sumber: Penelitian, 2015)

**a. Server**

*Server* yang dipakai menggunakan *Google Cloud Computing*. Perangkat lunak yang digunakan sebagai *media streamer Video on Demand (VoD)* adalah *Wowza*. Spesifikasi *server Google Cloud Computing* telah terlampir pada Lampiran 1.

**b. Switch Manageable**

*Switch manageable* adalah *switch* yang dapat dikonfigurasi. Pada penelitian ini menggunakan *Switch Manageable ZyXEL ES-2108 G*. Spesifikasi dan gambar perangkat *ZyXEL ES-2108 G* telah terlampir pada Lampiran 1.

**c. Media Converter**

*Media Converter* merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi optik (cahaya). Jenis *media converter* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *TP-LINK MC-111CS* dan *MC-112CS*. Spesifikasi dan gambar perangkat *media converter* terlampir pada Lampiran 1.

**d. Kabel Serat Optik (Patch Cord)**

*Patch Cord* merupakan kabel serat optik yang dikhususkan untuk pemakaian *indoor*.

**e. Kabel UTP (Unshielded Twisted Pair)**

Kabel UTP yang di.gunakan dalam penelitian ini adalah kabel UTP Cat 5e.

**f. Komputer Client**

Pada penelitian ini komputer *client streaming Video on Demand (VoD)*. Spesifikasi minimum komputer *client* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi Minimum Komputer *Client*

Spesifikasi	Keterangan
Processor	Intel® Core™ i3
Standard Memory	2 GB
Hard Drive Type	500 GB HDD
Screen Resolution	1366 x 768
Network Card	Integrated 10/100 BASE-T Ethernet LAN
Network Interface	RJ-45

## 4.2.2 Instalasi *Server* Beserta Perangkat Lunak

### a. Instalasi *Server*

Instalasi *server* terkait dengan memilih spesifikasi apa saja yang diperlukan dalam membuat sistem layanan VoD. Seluruh instalasi *server* dilakukan melalui situs milik Google. Langkah-langkah perancangan *server* VoD menggunakan Cloud Computing ditunjukkan sebagai berikut :

- 1) Masuk Google Developers Console.
- 2) Pilih “Create Project”.
- 3) Masukkan nama project dan project ID sesuai yang diinginkan.
- 4) Klik “Create” dan Project Dashboard akan tampil.
- 5) Setelah Tampilan Project Dashboard keluar pilih “Compute”.
- 6) Pilih menu “Compute Engine” kemudian “VM Instances”.
- 7) Klik “Create Instances”.
- 8) Masukkan nama *server* kemudian Pilih Lokasi Zona, jenis *server*, Operating System yang diinginkan melalui dropdown menu yang tersedia.
- 9) Kemudian pilih IP address untuk *server* (static atau ephemeral).
- 10) Klik “Create” dan perancangan *server* telah selesai dilakukan.

### b. Instalasi Perangkat Lunak pada OS

Instalasi perangkat lunak terkait pemasangan perangkat lunak media *streaming* dan perangkat lunak pendukung media *streaming* pada *server*. Terdapat berbagai perangkat lunak media *streaming* untuk *server*, namun pada penelitian ini menggunakan Wowza Media Streaming atau Wowza Streaming Engine.

Perangkat Lunak Wowza Streaming Engine bersifat berbayar namun memberikan *free trial* selama 180 hari. Apabila waktu *trial* telah habis maka akan dikenakan biaya sebesar \$65 setiap bulannya, pembelian dilakukan melalui situs resmi mereka di <http://www.wowza.com>.

Langkah-langkah pemasangan perangkat lunak media *streaming* ditunjukkan sebagai berikut :

- 1) Pasang perangkat lunak Java SE Development Kit terbaru yang diunduh melalui situs [java.com](http://java.com)

- 2) Tanpa mengubah pengaturan fitur yang akan dipasang kemudian klik Next.
- 3) Klik “Change” untuk mengubah letak pemasangan Java kemudian klik “Next”.
- 4) Java SE Development Kit berhasil dipasang. Kemudian Pasang perangkat lunak Wowza Streaming Engine terbaru yang diunduh melalui situs wowza.com
- 5) Masukkan nomor lisensi Wowza Streaming Engine kemudian klik Next.
- 6) Masukkan nama dan password yang diinginkan untuk akun administrator lalu klik Next.
- 7) Klik “Browse” untuk mengubah letak pemasangan Wowza kemudian klik “Next”.
- 8) Klik “Install”.
- 9) Kemudian Centang seluruh opsi yang ada dan klik “Finish”.

Kemudian agar dapat menjalankan aplikasi sesuai dengan perancangan maka langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Buka aplikasi kemudian masukkan nama dan password yang telah dipilih saat pemasangan perangkat lunak Wowza.

- 1) Kemudian masuk ke pengaturan Java pada bagian “Performance Tuning”, klik edit dan ubah pengaturan “Java Heap Size” pilih Production Level dan Klik “Save”.
- 2) Klik “Change” untuk mengubah letak pemasangan Java kemudian klik “Next”.
- 3) Kemudian Klik “Restart Now”.

Langkah berikutnya yakni melakukan konfigurasi nomor *port* yang akan digunakan pada aplikasi.

- 1) Buka folder instalasi Wowza.
- 2) Pilih folder conf.
- 3) Buka file VHost.xml menggunakan Notepad.
- 4) Pada bagian `<Port>1935</Port>` tambahkan nomor *port* yang ingin digunakan yakni menjadi `<Port>1935, 80, 443, 554</Port>`.
- 5) Klik Save dan konfigurasi berhasil dilakukan.

### 4.2.3 Instalasi Perangkat Keras dan Lunak pada Sisi User

#### a. Instalasi Perangkat Keras

Instalasi perangkat keras terkait dengan pemasangan perangkat apa saja yang diperlukan pada sisi pengguna. Terdapat beberapa perangkat yang digunakan pada sisi *user*, yakni laptop, kabel UTP, *Media Converter*, kabel SMF dan *switch*. Seluruh perangkat keras yang digunakan kecuali laptop bersifat *plug and play* sehingga tidak membutuhkan konfigurasi dalam menggunakan perangkat. Spesifikasi perangkat yang digunakan terdapat pada Lampiran 1.

#### b. Instalasi Perangkat Lunak

Pada sisi pengguna dibutuhkan perangkat lunak yang dapat melakukan *streaming* VoD yakni perangkat lunak *media player*. *Media player* yang digunakan yakni VLC Media Player. Perangkat lunak yang digunakan bersifat *freeware* sehingga untuk pemakaiannya tidak dikenakan biaya apapun.

Langkah-langkah pemasangan perangkat lunak VLC Media Player ditunjukkan sebagai berikut :

- 1) Unduh program VLC melalui situs resmi mereka yakni <http://www.videolan.org>.
- 2) Buka program yang telah diunduh kemudian klik next pada kotak dialog instalasi.
- 3) Pilih bahasa yang diinginkan kemudian klik “Ok”.
- 4) VLC merekomendasikan untuk menutup seluruh aplikasi lain sebelum melanjutkan proses instalasi. Klik “Next” untuk melanjutkan.
- 5) Baca Perjanjian Lisensi, jika setuju silahkan klik “Next”.
- 6) Pilih komponen yang akan dipasang, tidak perlu mengubah apapun (default) pada bagian ini silahkan klik “Next”.
- 7) Pilih lokasi instalasi, kemudian klik “Install”.
- 8) Proses Instalasi memerlukan waktu kurang lebih 1 menit.
- 9) Setelah instalasi berhasil dilakukan silahkan klik “Finish”.

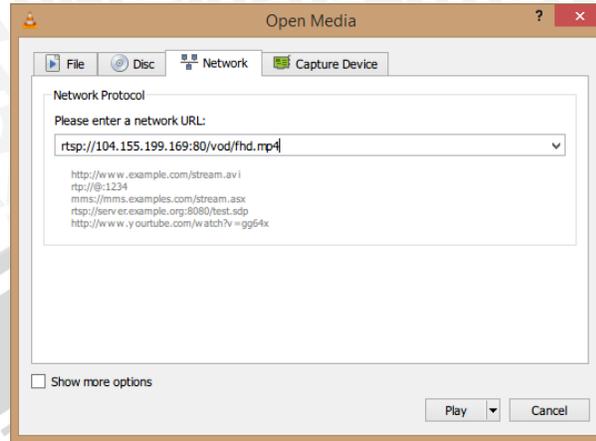
### 4.3 Prosedur

#### 4.3.1 Prosedur *Streaming* VoD

Berikut adalah tahapan yang dilakukan agar dapat melakukan *streaming* VoD menggunakan VLC Media Player dengan variasi nomor *port* :

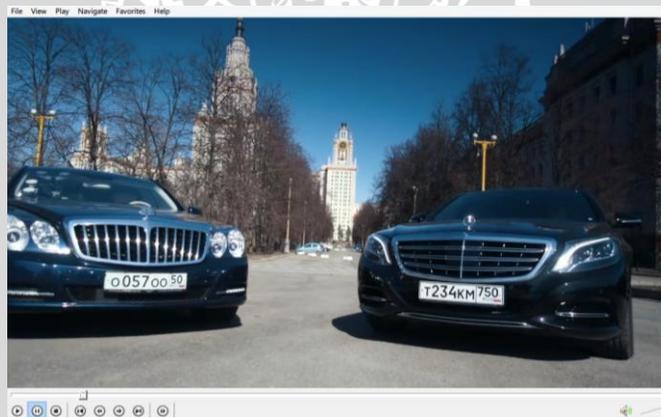
- 1) Buka program VLC Media Player
- 2) Klik “Media” kemudian “Open Network Stream”

- 3) Masukkan alamat VoD yang ingin ditampilkan pada kolom “Network URL” seperti pada Gambar 4.2 kemudian klik “Play”.



Gambar 4.2 Kolom Alamat *File Video*

- 4) *Video* akan ditampilkan ke Layar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3. dan *Streaming VoD* berhasil dilakukan.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian *Streaming File fhd.mp4*

#### 4.3.2 Prosedur *Capturing Data*

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan *capturing packet data* menggunakan perangkat lunak Wireshark selama 60 detik:

- 1) Buka program Remote Desktop Connection yang terdapat secara default pada sistem operasi Windows.
- 2) Masukkan *IP address server* dan *password server* pada kolom yang disediakan kemudian klik “Connect”.



Gambar 4.4 Tampilan Program Remote Desktop Connection

- 3) Setelah berhasil melakukan *remote* terhadap *server* silahkan buka program Wireshark yang telah dipasang pada langkah sebelumnya.
- 4) Pilih Interface yang akan digunakan. Pada penelitian menggunakan Ethernet.
- 5) Kemudian klik “Capture Options”
- 6) Pada bagian “Stop Capture Automatically After” centang bagian “1 Minutes”.
- 7) Klik “Start” maka proses pengambilan data dimulai.
- 8) Proses *capturing packet* akan otomatis berhenti setelah 60 detik. Kemudian simpan *file capture* melalui menu “File” kemudian “Save As” dan pilih ekstensi file \*.pcap.
- 9) Proses *capturing packet* data berhasil dilakukan.

#### 4.4 Hasil Pengamatan dan Pembahasan

Jenis komunikasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan komunikasi satu arah. Pada *server* terdapat *file video full high definition* (Full HD) dengan format .mp4 dimana resolusi yang digunakan sebesar 1080p. Terdapat tiga nomor *port* yang digunakan pada penelitian ini, yakni nomor *port* 80, 443 dan 554. Jumlah pengguna yang digunakan dalam penelitian ini yakni dua pengguna dan empat pengguna. Sehingga terdapat enam kondisi pengambilan data saat pengukuran dilakukan. Kondisi tersebut ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kondisi Pengambilan Data

Kondisi ke-	Jumlah Pengguna	Nomor Port	Keterangan
1	2	80	Seluruh pengguna melakukan streaming VoD secara bersamaan
2	2	443	
3	2	554	
4	4	80	
5	4	443	
6	4	554	

Dari enam kondisi yang ada dilakukan pengambilan data sebanyak lima kali. Hasil QoS yang ditampilkan pada sub-bab berikutnya yakni nilai rata-rata tiap pengguna dengan lima kali percobaan pada masing-masing kondisi.

Proses pengambilan data primer menggunakan perangkat lunak Wireshark yang dipasang pada sisi *server*. Sehingga hasil yang ada tidak banyak dipengaruhi oleh kualitas jaringan yang ada disisi pengguna kecuali putusnya jaringan internet pada sisi pengguna dan proses awal request streaming VoD. Hal ini disebabkan komunikasi yang dilakukan merupakan komunikasi satu arah.

Proses *capturing paket data* pada penelitian ini dilakukan selama 60 detik. Kemudian setelah *data capturing* diterima, dilakukan *encoding* menjadi RTP agar didapat parameter seperti *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

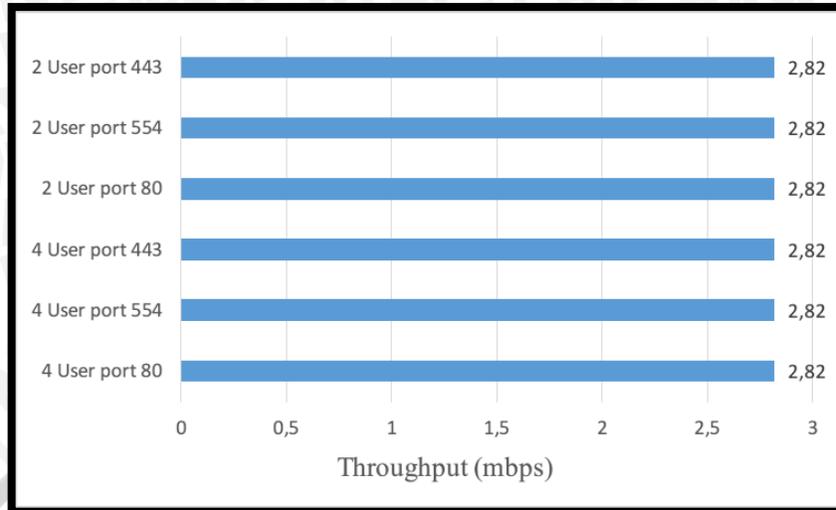
#### 4.4.1 Throughput

*Throughput* adalah parameter yang menunjukkan jumlah data yang diterima oleh pengguna dengan benar setelah melalui media transmisi. Nilai *throughput* diukur dengan satuan bps (bit per second). Hasil pengukuran terhadap parameter *throughput* untuk setiap konfigurasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Nilai *Throughput*

	Percobaan	Throughput (mbps)				Percobaan	Throughput (mbps)		
		Nomor Port					Nomor Port		
		80	443	554			80	443	554
2 Pengguna	1	2,83	2,83	2,81	4 Pengguna	1	2,81	2,82	2,81
	2	2,82	2,80	2,80		2	2,82	2,83	2,82
	3	2,82	2,83	2,81		3	2,81	2,81	2,82
	4	2,82	2,83	2,84		4	2,82	2,82	2,80
	5	2,83	2,82	2,82		5	2,82	2,82	2,84
	Rata - Rata	2,82	2,82	2,82		Rata - Rata	2,82	2,82	2,82

Untuk mempermudah pembacaan nilai rata-rata *throughput* pada tabel 4.4 maka data yang ada direpresentasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Nilai Rata-Rata *Throughput*

#### 4.4.2 Analisis Hubungan antara *Throughput* dengan Nomor Port

Berdasarkan hasil pengukuran dapat dinyatakan bahwa tidak terjadi perubahan nilai *throughput* pada masing-masing pengguna baik untuk nomor port 80, 443 dan 554. Tidak hanya itu, perubahan jumlah pengguna yang melakukan *streaming* VoD juga tidak mempengaruhi nilai *throughput video*. Hal ini dikarenakan *file video* yang digunakan untuk setiap percobaan selalu sama yakni *video* dengan resolusi 1920x1080, *frame rate* sebesar 24 *frame* per sekon dan codec H.264 sehingga tidak terjadi perubahan pada nilai *throughput*.

Berdasarkan persamaan 2.13 dan persamaan 2.14 parameter yang digunakan untuk mencari nilai *throughput video* dengan codec H.264 adalah sebagai berikut :

- *Width Video*
- *Height Video*
- *Frame Rate*
- *Motion Rank*

Dengan menggunakan persamaan 2.13 diperoleh nilai *throughput video* sebesar :

- $\lambda_{FLVideo} = Width * Height * Frame Rate * 0,07 * Motion Rank$   
 $= 1920 * 1080 * 25 * 0,07 * 1$   
 $= 3628 \text{ kbps}$

Untuk mencari nilai total *throughput* pada *video* tidak hanya nilai *throughput video* yang diperlukan namun juga nilai *throughput audio*. Jika diketahui *audio* yang digunakan pada

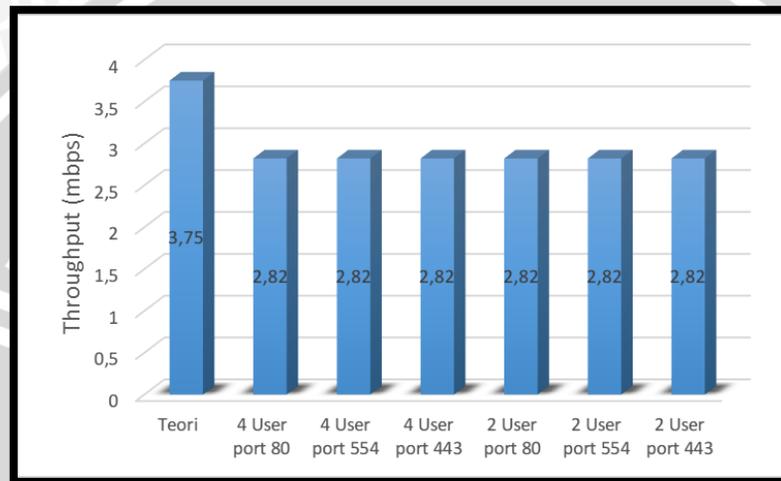
*video* menggunakan standar *Advanced Audio Coding* (AAC) yakni *bitrate* sebesar 128 kbps, maka *throughput* total sebesar :

- $$\lambda_{FL} = \lambda_{FLVideo} + \lambda_{FLAudio}$$

$$= 3628 \text{ kbps} + 128 \text{ kbps}$$

$$= 3756 \text{ kbps}$$

Apabila data hasil pengukuran dan perhitungan direpresentasikan dalam bentuk grafik hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai *Throughput* berdasarkan Teori dan Pengukuran

Pada persamaan 2.13 dan persamaan 2.14 dapat diketahui bahwa nomor *port* tidak termasuk dalam parameter yang digunakan dalam perhitungan *throughput* sehingga penggunaan variasi nomor *port* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai *throughput file video*.

Adanya perbedaan nilai *Throughput* antara hasil pengamatan dengan perhitungan teoritis disebabkan oleh tingginya kompresi *file video* yang digunakan dibanding rata-rata *video* yang beredar di Internet. Tidak hanya kompresi, konten dari *video* juga menentukan tinggi rendahnya *throughput* seperti perubahan *scene*, *background* dan gerakan-gerakan yang ada dalam *video*.

#### 4.4.3 Delay

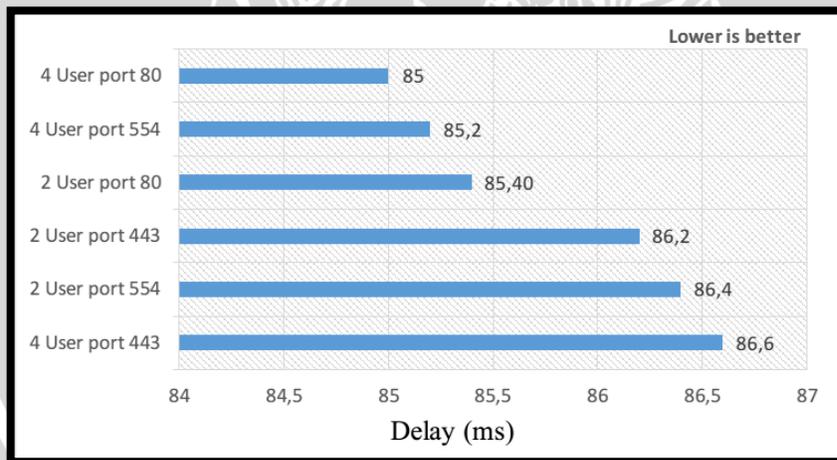
*Delay* memiliki berbagai pengertian, menurut ITU-T G.1010 *delay* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan suatu layanan tertentu dari awal *request* oleh pengguna hingga diterimanya informasi tertentu. *Delay* yang dibahas pada penelitian ini adalah *delay*

*end-to-end* yakni waktu tunda pengiriman paket data dari *server* ke pengguna dimana paket dikirimkan melalui data center Google Changhua County, Taiwan dan berakhir di Universitas Brawijaya, Malang. Hasil pengukuran terhadap parameter *delay* untuk setiap konfigurasi dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Nilai *Delay*

	Percobaan	Delay (ms)				Percobaan	Delay (ms)		
		Nomor Port					Nomor Port		
		80	443	554			80	443	554
2 Pengguna	1	84,00	87,00	87,00	4 Pengguna	1	86,00	89,00	85,00
	2	87,00	86,00	86,00		2	85,00	89,00	86,00
	3	86,00	86,00	89,00		3	88,00	84,00	84,00
	4	86,00	86,00	86,00		4	85,00	86,00	85,00
	5	84,00	86,00	84,00		5	81,00	85,00	86,00
	Rata - Rata	85,40	86,20	86,40		Rata - Rata	85,00	86,60	85,20

Untuk mempermudah pembacaan nilai rata-rata *delay* pada tabel 4.5 maka data yang ada direpresentasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Nilai Rata-Rata *Delay*

#### 4.4.4 Analisis Hubungan antara *Delay* dengan Nomor *Port*

Berdasarkan hasil pengukuran maka dapat dilihat bahwa *port* 80 memiliki nilai *delay* lebih rendah dibanding *port* 443 dan 554 sedangkan *port* 554 memiliki nilai *delay* lebih tinggi dibanding *port* 80 dan 443 sedangkan *port* 554 memiliki nilai *delay* yang berada diantara nilai *delay* *port* 80 dan 443. Selisih nilai *delay* terbesar (86,6 ms) dan terkecil (85 ms) dalam penelitian ini sebesar 1,6 ms atau bila dijadikan persentase nilai perbedaan *delay* tersebut

sekitar 1,85%. Selisih nilai *delay* yang kecil ini disebabkan oleh karakter dari *packet switching* bukan karena penggunaan nomor *port*. Hal ini dapat dibuktikan dengan tidak adanya parameter penggunaan nomor *port* pada perhitungan *delay* yakni pada persamaan 2.1 hingga persamaan 2.12. Karakteristik dari *packet switching* yakni rute yang dilewati oleh setiap paket data berbeda-beda. Penentuan jalur yang dilalui oleh setiap paket data dilakukan oleh *router*. Selain adanya perbedaan rute yang dilalui oleh paket data, jumlah *node* yang dilalui setiap paket data juga berbeda.

Perbedaan rute yang dilalui oleh setiap paket data berdampak pada adanya perbedaan waktu penerimaan (*delay*) paket data oleh pengguna dari *server* maupun sebaliknya. Perbedaan jalur pengiriman paket data memiliki dua konsekuensi yakni paket data yang dikirimkan dapat menempuh jarak lebih jauh atau lebih dekat, tergantung oleh rute yang diberikan oleh *router*. Perbedaan rute yang dilalui sangat berhubungan dengan *delay* propagasi. Berdasarkan perhitungan secara teoritis yakni pada persamaan 2.3 dapat dilihat bahwa parameter yang digunakan untuk menghitung *delay* propagasi yakni :

- Panjang maksimum kabel (jarak tempuh paket)
- Kecepatan propagasi

Untuk mencari nilai *delay* total dibutuhkan nilai *delay* codec, *delay* propagasi, *delay* transmisi, *delay* antrian, *delay* enkapsulasi dan *delay* dekapsulasi. Hal ini sesuai dengan persamaan 2.1 dan 2.2. Sehingga adanya perubahan nilai pada *delay* propagasi memiliki dampak pada nilai *delay* total suatu paket data.

Apabila dilakukan perhitungan secara teoritis maka *delay* total yang diperlukan untuk mentransmisikan paket data *video* ini sebesar :

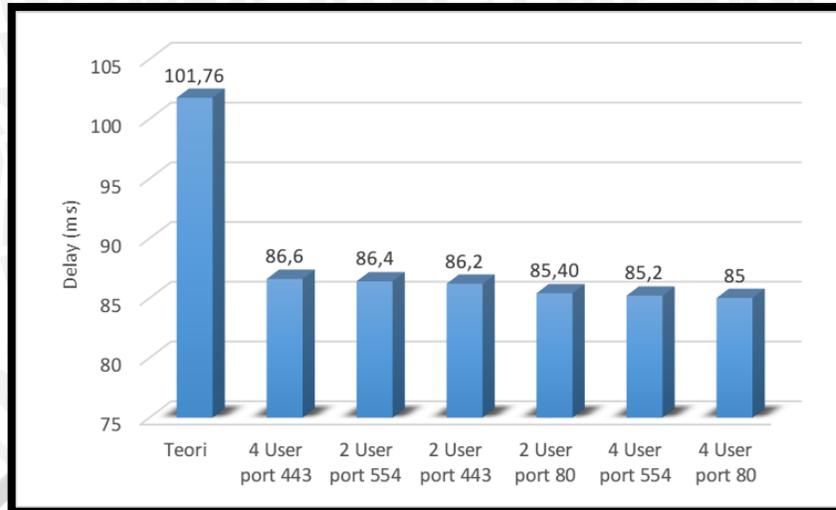
$$t_{\text{total}} = t_{\text{proses}} + t_t + t_p + t_w + t_{\text{codec}}$$

$$t_{\text{total}} = (0,1734 \text{ ms} + 0,1734 \text{ ms}) + 20,20003438 \text{ ms} + 0,10952 \text{ ms} + 0,107 \text{ ms} + 81 \text{ ms}$$

$$t_{\text{total}} = \mathbf{101,7633 \text{ ms}}$$

Perhitungan *delay* codec dan *delay* jaringan (*delay* enkapsulasi, *delay* dekapsulasi, *delay* transmisi, *delay* propagasi dan *delay* antrian) secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

Apabila data hasil pengukuran dan perhitungan direpresentasikan dalam bentuk grafik hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai *Delay* berdasarkan Teori dan Pengukuran

Adanya perbedaan nilai *delay* antara hasil pengamatan dengan perhitungan teoritis disebabkan oleh adanya perbedaan nilai *delay* codec, dimana *delay* codec yang digunakan pada perhitungan merupakan nilai *delay* codec terbesar yang terjadi pada codec H.264 dan AAC. Selain itu tidak adanya variasi nilai *delay* pada perhitungan teoritis dikarenakan pada perhitungan tidak mengenal perbedaan jalur pengiriman paket data. Hal ini berdampak tidak adanya perubahan nilai *delay* propagasi sehingga nilai *delay* yang ditempuh selalu sama. Sehingga pada perhitungan teoritis, nilai *delay* total untuk setiap paket data selalu sama pada beberapa konfigurasi percobaan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan merujuk pada ITU-T G.1010 dimana batas *delay* yang diperbolehkan untuk layanan VoD sebesar 10 s maka nilai *delay* terbesar dalam penelitian ini yakni sebesar 86,6 ms masih memenuhi standar ITU-T G.1010.

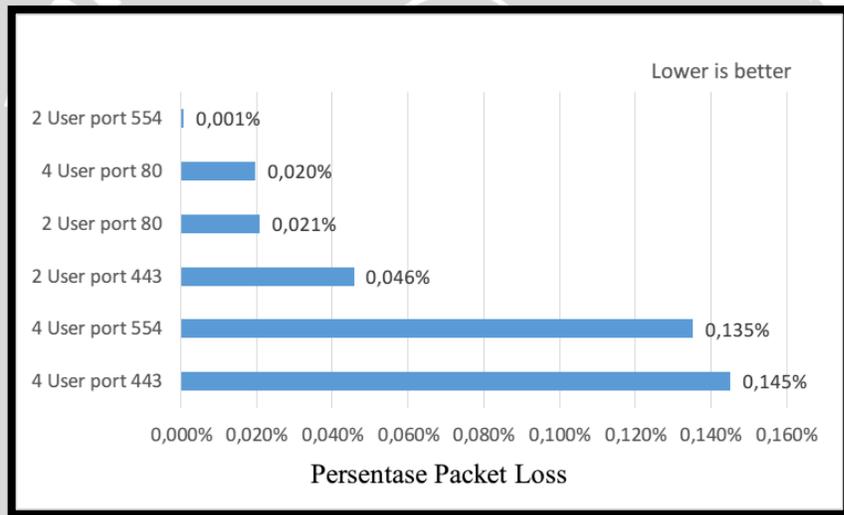
#### 4.4.5 Packet Loss

*Information loss* atau yang lebih dikenal dengan *packet loss* memiliki dampak yang sangat besar yang dapat dirasakan langsung oleh pengguna, baik *video*, suara, gambar maupun data. Menurut ITU-T G.1010 *information loss* atau *packet loss* tidak hanya terjadi selama proses transmisi namun juga dapat disebabkan oleh media *coding* untuk transmisi yang lebih efisien seperti penggunaan *low bit-rate* codec untuk suara. Hasil pengukuran terhadap parameter *packet loss* untuk setiap konfigurasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Nilai *Packet Loss*

	Percobaan	% <i>Packet Loss</i>				Percobaan	% <i>Packet Loss</i>		
		Nomor <i>Port</i>					Nomor <i>Port</i>		
		80	443	554			80	443	554
2 Pengguna	1	0,039%	0,019%	0,000%	4 Pengguna	1	0,023%	0,013%	0,000%
	2	0,006%	0,158%	0,000%		2	0,008%	0,381%	0,251%
	3	0,006%	0,013%	0,000%		3	0,010%	0,007%	0,000%
	4	0,045%	0,026%	0,003%		4	0,048%	0,006%	0,425%
	5	0,007%	0,013%	0,000%		5	0,010%	0,319%	0,000%
	Rata - Rata	0,021%	0,046%	0,001%		Rata - Rata	0,020%	0,145%	0,135%

Untuk memudahkan pembacaan nilai rata-rata *packet loss* pada tabel 4.6 maka data yang ada direpresentasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Nilai Persentase *Packet Loss*

#### 4.4.6 Analisis Hubungan antara *Packet Loss* dengan Nomor *Port*

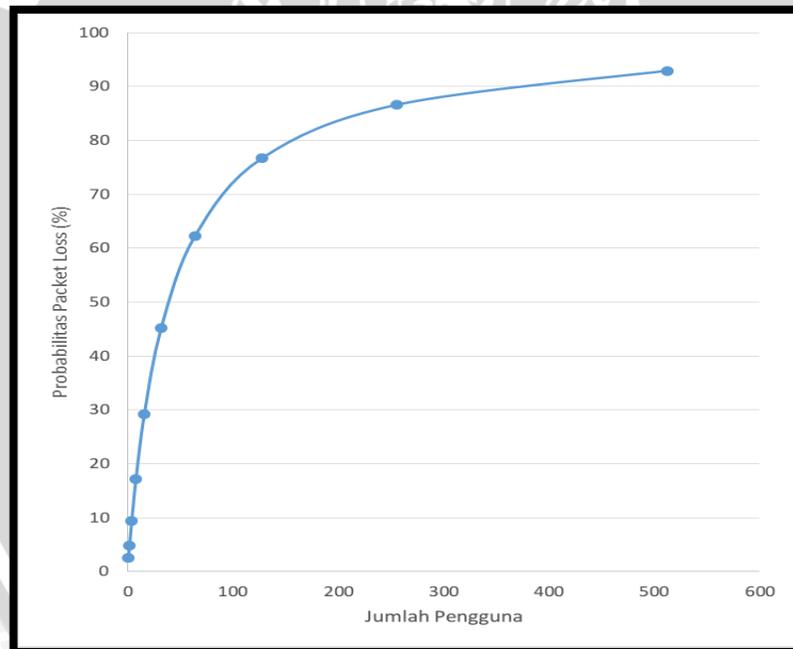
Berdasarkan hasil pengukuran maka dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai *packet loss* pada hampir seluruh nomor *port* seiring dengan bertambahnya jumlah pengguna yang mengakses VoD. Salah satu penyebab naiknya persentase *packet loss* ini adalah adanya penumpukan data pada jalur yang dilewati sehingga menyebabkan macetnya transmisi paket. Apabila terjadi kemacetan pada transmisi paket untuk batas waktu tertentu maka sistem pada jaringan akan membuang paket yang berlebih tersebut.

Sesuai dengan persamaan 2.15 yakni parameter yang mempengaruhi kemungkinan terjadinya *packet loss* adalah

- Jumlah *Server*
- Intensitas *Traffic*
- Rata-rata kedatangan paket (pps)
- Rata-rata kedatangan paket yang dapat dilayani (pps)

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan variasi nomor *port* tidak berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya *packet loss* melainkan Rata-rata kedatangan paket. Semakin banyak pengguna yang mengakses konten VoD maka semakin besar nilai probabilitas *packet loss* yang didapatkan.

Apabila dilakukan perhitungan secara teoritis menggunakan persamaan 2.15 maka probabilitas *packet loss* yang dihasilkan apabila terdapat empat pengguna sebesar 9,81% sedangkan untuk dua pengguna, nilai probabilitas *packet loss* turun menjadi 5,16%. Perhitungan probabilitas persentase *packet loss* secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Probabilitas Persentase *Packet Loss* dengan Jumlah Pengguna berdasarkan Teori

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diambil kesimpulan bahwa Jumlah pengguna yang mengakses konten VoD sangat mempengaruhi kualitas pelayanan suatu sistem. Semakin

banyak data yang ditransmisikan ke *server* membuat beban yang diterima oleh sistem semakin besar, sehingga besar kemungkinan terjadinya *packet loss*.

Berdasarkan referensi ITU-T G.1010 dimana batas *packet loss* yang diperbolehkan untuk layanan VoD sebesar 1% maka nilai persentase *packet loss* terbesar dalam penelitian ini yakni sebesar 0,145% masih memenuhi standar ITU-T G.1010.

