

ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) VIDEO ON DEMAND (VOD) PADA JARINGAN WIRELESS

VIDEO ON DEMAND (VOD) QOS ANALYSIS ON WIRELESS NETWORKS

Rolling Firmansyah Manafe¹⁾, Amin Ajaib Maggang²⁾, Samy Y. Doo³⁾

*^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang
Jalan Adisucipto Penfui Kupang-NTT, Telp (0308)881557
Email : usr.rollingmanafe@gmail.com*

ABSTRAK

Video On Demand (VOD) adalah salah satu jenis dari video streaming, VOD menampilkan video yang sudah terlebih dahulu direkam (pre-encoded) atau disimpan dalam server. Sistem VOD dibangun menggunakan sistem konsep client-server, dimana server video telah menyimpan file video yang telah dikompres atau diperkecil ukuran filenya untuk kemudian dikirim kepada client yang meminta layanan tersebut. Quality of Service (QoS) dapat diketahui pada user mengakses aplikasi layanan Video on Demand yang bekerja berdasarkan Internet Protokol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui QoS Video on Demand dari VLC Media Player pada jaringan wireless. Parameter QoS yang diukur adalah throughput, delay, packet loss, dan jitter. Aplikasi yang digunakan adalah network analyzer wireshark dan pengukuran dilakukan pada video dengan kualitas resolusi 360p, 480p, 720p, 1080p. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk parameter throughput, didapati semakin besar resolusi video yang digunakan maka semakin besar nilai rata-rata throughput yang diperoleh. Selain itu parameter delay, packet loss dan jitter pada resolusi video 360p berturut-turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Sedangkan untuk resolusi 480p hasil yang diperoleh berturut-turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Selanjutnya, untuk resolusi video 720p hasil yang diperoleh dengan berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Yang terakhir untuk resolusi video 1080p hasil yang diperoleh berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.

Kata Kunci : Video On Demand, Quality Of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter

Video on Demand (VoD) is one type of video streaming; VoD displays video that has been previously recorded (pre-encoded) or stored on a server. The VoD system is built using a client-server concept system, where the video server has stored video files that have been compressed or reduced in its size before transmitting to the client requesting the service. Quality of Service (quality of service) can be found when the user accesses the VoD service application that works based on the Internet Protocol. This study aims to determine the quality of VoD from VLC Media Player on a wireless network. The quality of service was categorized into excellent, good, not good, bad. The measured rate of service parameters is throughput, delay, packet loss, and jitter. The application used is a Wireshark network analyzer, and measurements are made on video with a resolution quality of 360p, 480p, 720p, 1080p. The measurement results showed that the greater the video resolution used, the greater the average throughput value obtained. In addition, the parameters of delay, packet loss and jitter at 360p video resolution were excellent, excellent and good. As for the 480p resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good. Furthermore, for 720p video resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good. The last for 1080p video resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good.

Keywords : Video On Demand, Quality Of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan terhadap kebutuhan informasi semakin meningkat, dimana tidak hanya informasi berupa text dan gambar saja tetapi juga melibatkan semua aspek multimedia yang ada. Salah satu teknologi yang dimaksud adalah teknologi *video streaming*. *Video Streaming* adalah proses penyampaian video dan audio klip di atas protokol (IP) jaringan internet, termasuk nirkabel. Terdapat dua jenis *video streaming*, antara lain *Live Streaming*, dimana tayangan yang ditampilkan merupakan siaran langsung, dan *Video on Demand* (VoD), dimana program yang ditampilkan sudah terlebih dahulu direkam atau disimpan dalam server (Austerberry, 2005).

Video on Demand saat ini menjadi sangat diminati karena memungkinkan kita untuk menikmati, mengunduh, dan memilih konten yang kita inginkan kapanpun dan dimanapun. Industri hiburan seperti *broadcasting*, *advertising* dan juga *commerce* menggunakan teknologi *video on demand*. Seiring perkembangan teknologi video dan juga jaringan yang kian pesat, maka teknologi tersebut juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam bidang pendidikan. *Video on demand* dapat digunakan sebagai media alternatif dalam pembelajaran karena teknologi video adalah suatu hal yang cukup ideal untuk mewujudkan pembelajaran multimedia.

Video on demand memiliki kelemahan dimana alokasi *bandwidth* yang digunakan akan lebih besar dibandingkan dengan *streaming* suara (Austerberry, 2005). Hal tersebut dapat didukung dengan kecepatan internet yang dibutuhkan untuk mengakses video yang ada di server. Dengan melihat kondisi tersebut maka diperlukannya suatu media yang mendukung kecepatan internet dalam mengakses video tersebut, salah satunya jaringan *wireless*.

Kinerja jaringan pada saat pengaksesan aplikasi layanan *video on demand* yang berjalan di atas protokol-protokol internet dapat diketahui berupa parameter kerja jaringan atau biasa disebut QoS (*Quality of Service*). *Quality of service* (QoS) atau kualitas pelayanan tersebut dapat diukur dengan parameter *throughput*, *delay*, *packet loss*, *jitter* menggunakan *network analyzer wireshark* dengan memanfaatkan video dengan kualitas resolusi 360p, 480p, 720p, 1080p. Oleh karena itu kami ingin melakukan pengukuran parameter QoS dengan resolusi video yang berbeda pada VoD VLC *media player* yang menggunakan Jaringan Wireless.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis

Parameter *Quality of Service* terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur *Quality of Service* dalam suatu jaringan yaitu :

1. Throughput

Throughput merupakan rata-rata jumlah data yang diterima dalam keadaan benar setelah melalui kanal komunikasi seperti kanal fisik, kanal logik atau telah melalui beberapa *network node*. *Throughput* juga dapat diartikan sebagai kecepatan maksimal jaringan saat tidak ada data yang hilang pada saat proses transmisi. Nilai *throughput* diukur dengan satuan *kilo bit per second* (Kbps).

2. Packet loss

Packet loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan (Wulandari, 2016). Kategori *packet loss* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada Tabel 2 :

Tabel 2 Kategori Packet loss (ETSI, 1999)

Kategori Degradasi	Packet loss (%)
Sangat Bagus	0
Bagus	3
Sedang	15
Jelek	25

3. Delay

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Tidak semua paket data di dalam layanan multimedia jaringan komputer yang menggunakan internet mentolerir adanya *delay*, contohnya seperti *file audio* dan *video digital*. Hal tersebut memberikan dampak pada tingkat kepuasan pelanggan saat melakukan *streaming audio* maupun *video* karena akan sangat mengganggu data yang akan diterima oleh pelanggan (Su'ud, 2019, pp. 18–19). Kategori dari *delay* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada Tabel 3 :

Tabel 1 Kategori Delay (ETSI, 1999)

Kategori Latency	Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150
Bagus	150 s/d 300
Sedang	300 s/d 450
Jelek	> 450

4. Jitter

Jitter merupakan variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan berbasis IP. *Jitter* dapat menyebabkan sampling di sisi penerima menjadi tidak tepat sasaran, sehingga informasi menjadi rusak. Kategori kinerja jaringan berbasis IP dalam *jitter* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada tabel 4 :

Tabel 2 Kategori Jitter (ETSI, 1999)

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

Instrumen Penelitian

Hardware :

1. *Server* menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Processor : AMD A9
 - b. RAM : 4 GB
 - c. Sistem Operasi : *Windows*
 - d. Fungsi : untuk membuat konfigurasi layanan *Video On Demand*
2. *Client* menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Sistem Operasi : *Windows*
 - b. Fungsi : sebagai pengguna yang menggunakan layanan *video on demand* dan memonitoring aliran data QOS

Software :

1. *VLC Media Player*

2. Wireshark

Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah pengukuran kualitas layanan *video on demand* dengan menggunakan aplikasi wireshark. Diagram alir tahapan penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Uraian diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Melakukan pengumpulan referensi terkait dengan kualitas layanan *video on demand* jaringan *wireless* dari buku, jurnal, hasil penelitian dan sumber-sumber lain dari internet.

2. Membuat Server dan Client Video On Demand

Server dan *client video on demand* dibuat menggunakan aplikasi *VLC media player*. *Server* tersebut bertujuan untuk memasukan video yang nantinya diakses oleh *client*

3. Melakukan Streaming Video On Demand

Untuk melakukan *streaming video on demand*, laptop server dan *client* harus saling terhubung pada koneksi jaringan *wireless* yang sama. Kemudian *client* mengakses video yang telah di-*upload* oleh server menggunakan aplikasi *VLC media player*

4. Pengambilan Data Kualitas Layanan Video On Demand

Pengambilan data menggunakan aplikasi *wireshark* pada saat video sedang diputar, parameter QoS yang dianalisis adalah *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter*. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan 4 video pada resolusi yang berbeda, dengan waktu *capturing* data setiap video selama 60 detik. Skenario *capturing* data dilakukan terhadap 5 *client* (*client* A - E) yang memutar video secara bersamaan sehingga pada tiap-tiap parameter diperoleh 20 hasil pengamatan

Pengolahan Data

Data hasil pengambilan data oleh *software* *wireshark* disimpan dengan ekstensi media library (*pcapng), selanjutnya data tersebut dianalisis dan diolah menggunakan *software* *wireshark* agar dapat ditampilkan hasil perhitungan parameter-parameter *quality of service*. Hasil pengamatan untuk masing-masing resolusi video (360p, 480p, 720p dan 1080p) dijadikan dalam satu tabel dan dihitung nilai rata-ratanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini ditampilkan nilai dari masing-masing parameter (*throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*) berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *software* *wireshark*.

Statistics			
Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	5198	5198 (100.0%)	—
Time span, s	65.491	65.491	—
Average pps	79.4	79.4	—
Average packet size, B	505	505	—
Bytes	2624393	2624393 (100.0%)	0
Average bytes/s	40 k	40 k	—
Average bits/s	320 k	320 k	—

Packet #	Time	Source	Destination	Length	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
2	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
3	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
4	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
5	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
6	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
7	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
8	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
9	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
10	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
11	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
12	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
13	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
14	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
15	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
16	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
17	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
18	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data
19	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.101	60	ICMP	echo (ping) 64 bytes of data
20	0.000000	192.168.1.101	192.168.1.100	60	ICMP	echo reply 64 bytes of data

Gambar 2. Capture Data

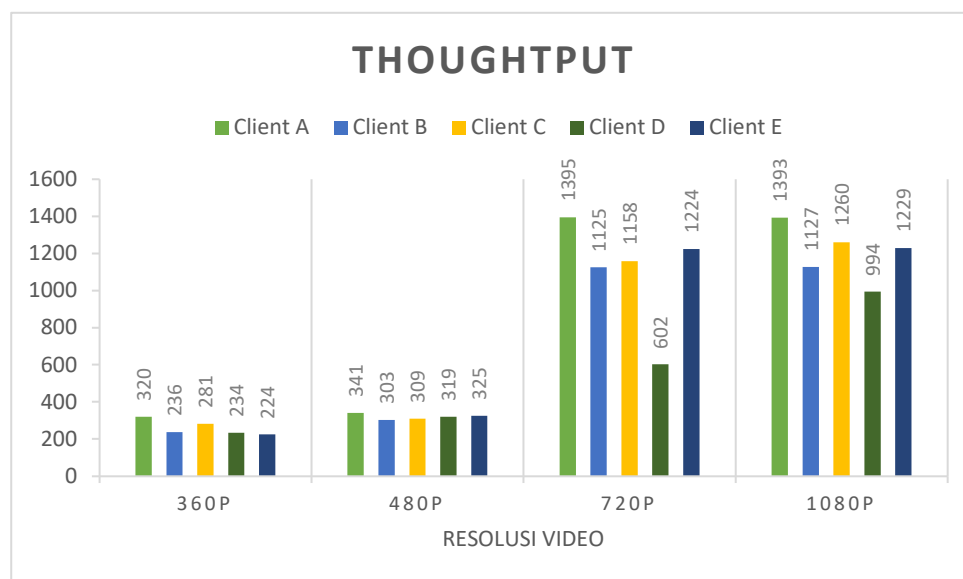
Throughput

Throughput menunjukkan kecepatan penerima paket data dalam keadaan benar yang diterima pengguna. Tabel 5 merupakan hasil *capturing* nilai *throughput* menggunakan *software wireshark* dari laptop *client* dengan menggunakan *streaming video on demand*.

Tabel 5. Nilai *Throughput*

Client	Throughput (Kbps)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	320	341	1395	1393
2	236	303	1125	1127
3	281	309	1158	1260
4	234	319	602	994
5	224	325	1224	1229

Data yang tertera pada Tabel 5 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *throughput* yang diterima.



Gambar 3. Grafik nilai *Throughput*

- Analisis nilai *throughput* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa pada resolusi 360p didapatkan nilai *throughput* dari masing-masing *client* sebagai berikut : 320, 236, 281, 234, 224 Kbps. Pada resolusi 480p didapatkan nilai : 341, 303, 309, 319, 325 Kbps. Pada resolusi 720p didapatkan nilai : 1395, 1125, 1158, 602, 1224 Kbps. Pada resolusi 1080p

didapatkan nilai : 1393, 1127, 1260, 994, 1229 Kbps. Dari nilai yang didapat tersebut dapat dilihat bahwa besarnya resolusi video berpengaruh terhadap nilai *throughput*. Semakin besar resolusi maka semakin besar pula nilai *throughput* pada masing-masing *client*. Hal ini dikarenakan saat semakin besar resolusi video maka akan semakin banyak jumlah bit yang dikirimkan tiap detik sehingga nilai *throughput* yang dihasilkan semakin besar.

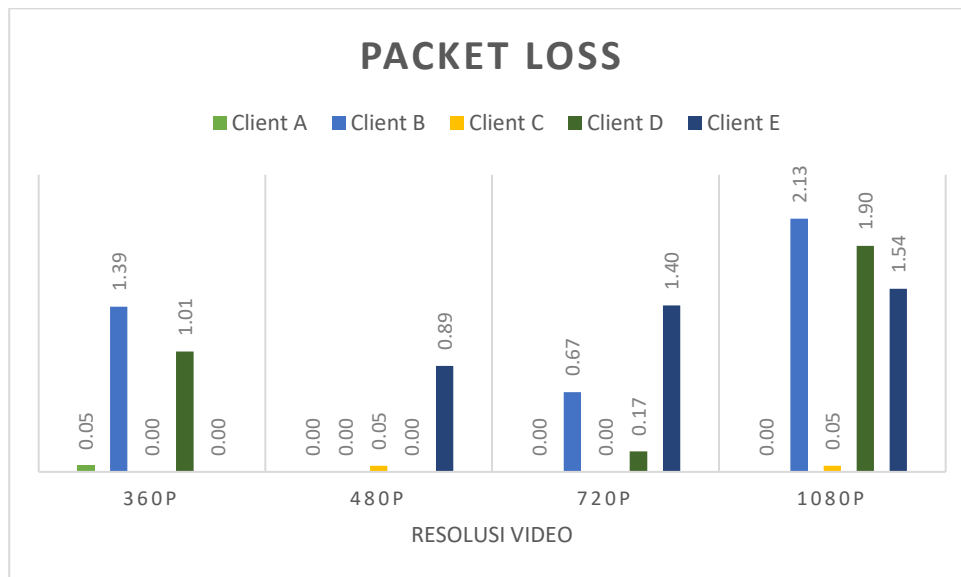
Packet Loss

Packet Loss merupakan parameter yang menunjukkan rasio beberapa persen dari paket data yang hilang saat ditransmisikan. Tabel 6 menunjukkan nilai *packet loss* dari hasil pengamatan.

Tabel 6. Nilai *Packet Loss*

Client	Packet Loss (%)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	0,05	0	0	0
2	1,39	0	0,67	2,13
3	0	0,05	0	0,05
4	1,01	0	0,17	1,90
5	0	0,89	1,40	1,54

Data yang tertera pada Tabel 6 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *packet loss*



Gambar 4. Grafik nilai *Packet Loss*

- Analisis nilai *packet loss* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai packet loss pada resolusi 360p untuk masing-masing client adalah sebagai berikut; 0.05, 1.39, 0, 1.01, 0 %. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 0, 0, 0.05, 0, 0.89 %. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 0, 0.67, 0, 0.17, 1.40 %. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 0, 2.13, 0.05, 1.90, 1.54 %. Nilai *packet loss* terjadi peningkatan seiring dengan besarnya resolusi video yang digunakan. Namun hasil pengamatan pada beberapa *client* nilai *packet loss* terjadi peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena besarnya antrian paket data berlebihan saat dilakukannya transmisi paket data sehingga beberapa paket harus hilang.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client A – client E* menunjukkan bahwa nilai *packet loss* masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 3 %

Delay

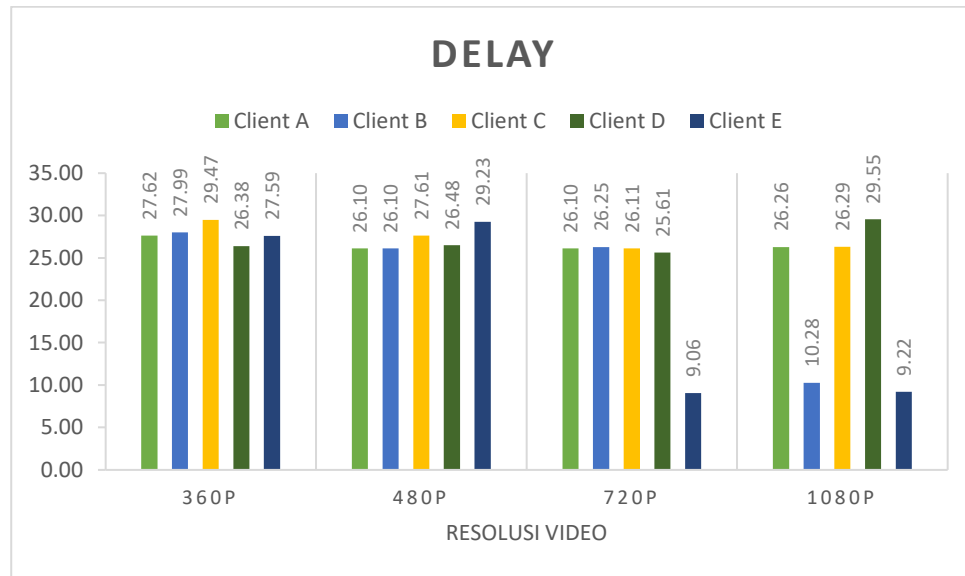
Delay menunjukan besarnya waktu tunda mulai dari saat *server* mengirimkan video hingga saat pengguna mengakses *video streaming*. Hasil pengamatan terhadap *delay VoD* diuraikan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Nilai *Delay*

Client	Delay (ms)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p

1	27,62	26,10	26,10	26,26
2	27,99	26,10	26,25	10,28
3	29,47	27,61	26,11	26,29
4	26,38	26,48	25,61	29,55
5	27,59	29,23	9,06	9,22

Data yang tertera pada Tabel 7 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *delay* yang diperoleh :



Gambar 5. Grafik nilai *Delay*

- Analisis nilai *delay* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, diketahui bahwa nilai *delay* pada resolusi 360p untuk masing-masing *client* adalah sebagai berikut; 27.62, 27.99, 29.47, 26.38, 27.59 ms. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 26.10, 26.10, 27.61, 26.48, 29.23 ms. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 26.10, 26.25, 26.11, 25.61, 9.06 ms. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 26.26, 10.28, 26.29, 29.55, 9.22 ms. Dari data pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa besar resolusi video berbanding terbalik dengan nilai *delay*. Hal ini disebabkan oleh besarnya nilai *throughput* yang ditransmisikan

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client A – client E* menunjukkan bahwa nilai *delay* masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 150 ms.

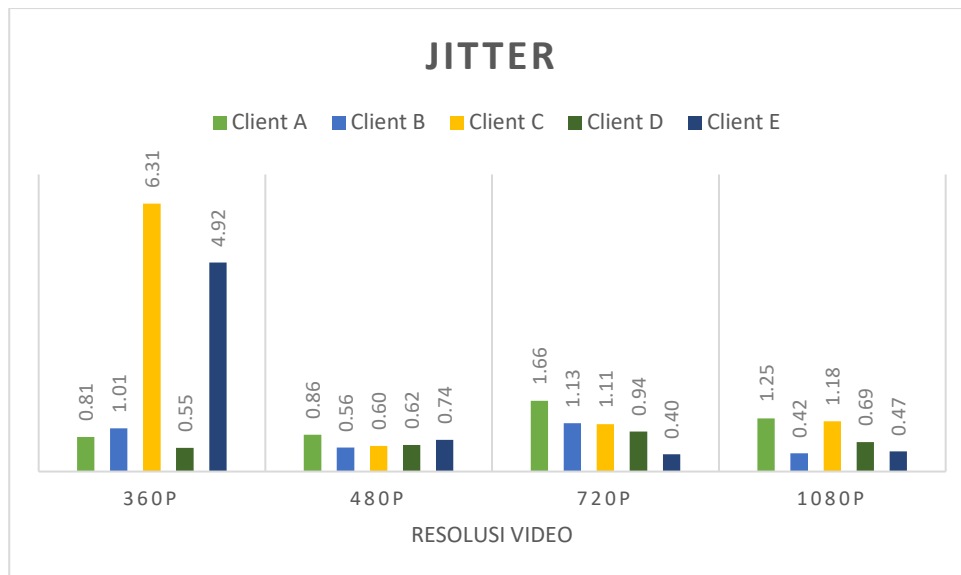
Jitter

Jitter menunjukkan nilai variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan. Tabel 8 merupakan hasil capturing nilai *jitter* menggunakan *software wireshark* dari laptop *client* dengan menggunakan *streaming VoD*.

Tabel 8. Nilai *Jitter*

Client	Jitter (ms)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	0,81	0,86	1,66	1,25
2	1,01	0,56	1,13	0,42
3	6,31	0,60	1,11	1,18
4	0,55	0,62	0,94	0,69
5	4,92	0,74	0,40	0,47

Data yang tertera pada Tabel 8 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *jitter* yang diperoleh :



Gambar 6. Grafik nilai *Jitter*

- Analisis nilai *jitter* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai *jitter* pada resolusi 360p untuk masing-masing *client* adalah sebagai berikut; 0.81, 1.01, 6.31, 0.55, 4.92 ms. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 0.86, 0.56, 0.60, 0.62, 0.74 ms. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 1.66, 1.13, 1.11, 0.94, 0.40 ms. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 1.25, 0.42, 1.18, 0.69, 0.47 ms. Dari hasil tersebut diketahui bahwa terjadi perubahan nilai *jitter* yang signifikan pada dua titik yaitu pada resolusi video 360p di-*client* 3 dan *client* 5 dibandingkan pada *client* atau resolusi video lainnya. Hal ini bisa disebabkan oleh lintasan tempuh dari paket yang berbeda-beda atau disebabkan juga karena *collision* pada jaringan.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client A – client E* menunjukkan bahwa nilai *jitter* masih dalam kategori bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 75 ms

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas *Video On Demand* dengan parameter; *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter* dapat diambil kesimpulan bahwa :
 - 1) Pada parameter *throughput*, semakin besar resolusi video yang digunakan maka semakin besar nilai rata-rata *throughput* yang diperoleh.
 - 2) Pada parameter *packet loss*, diketahui bahwa nilai persentase *packet loss* terjadi peningkatan seiring dengan besarnya resolusi video yang digunakan.
 - 3) Pada parameter *delay*, semakin tinggi resolusi video yang digunakan berpengaruh pada semakin besarnya nilai *throughput* yang ditransmisikan yang mengakibatkan nilai *delay* mengalami penurunan karena *bitrate video* yang digunakan semakin besar.
 - 4) Pada parameter *jitter*, didapatkan perubahan nilai yang signifikan khususnya pada dua titik yaitu pada resolusi video 360p di-*client 3* dan *client 5* dibandingkan pada *client* atau resolusi video lainnya. Hal ini bisa disebabkan oleh lintasan tempuh dari paket yang berbeda-beda atau disebabkan juga karena *collision* pada jaringan.
2. Berdasarkan standar hasil pengukuran kualitas *Video On Demand* dengan tingkat resolusi video 360p, 480p, 720p, dan 1080p diperoleh sebagai berikut:
 1. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 360p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
 2. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 480p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
 3. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 720p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
 4. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 1080p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Apostolopoulos, J. G., Tan, W. T., & Wee, S. J. (2002). *Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems*.
- Austerberry, D. (2005). *The Technologi of Video & Audio Streaming* (Vol. 2nd).

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- ETSI. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS). *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, 1–37.
- Forouzan, B. A. (2007). *Data Communications and Networking*.
- Muhammad, N. (2018). *ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) LAYANAN VIDEO ON DEMAND (VOD) PADA JARINGAN TESTBED WIMAX STANDAR IEEE 802.16d*. Universitas Brawijaya.
- Salomon, D., & Motta, G. (2010). *Handbook of Data Compression*.
- Su'ud, A. E.-G. (2019). *Performansi Video On Demand (VOD) Pada Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Testbed di Laboratorium Telekomunikasi Universitas Barwijaya*. Universitas Brawijaya.
- Wang, Y., Jorn, O., & Ya-Qin, Z. (2002). *Video Processing and Communications*.
- Wulandari, R. (2016). Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2).