

PENGEMBANGAN LAYANAN IPTV PADA JARINGAN INTERNAL UNIVERSITAS UDAYANA

I Ketut Sukawanana Putra¹, Nyoman Putra Sastra², Gede Sukadarmika³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: sukawanaputra@gmail.com¹, putra.sastra@unud.ac.id², sukadarmika@unud.ac.id³

Abstrak

Internet Protocol Televisi (IPTV) adalah sistem layanan televisi yang dikirim menggunakan metode Internet Protocol (IP) melalui infrastruktur jaringan. Dengan berbasis IP address, memiliki keuntungan membuat tampilan TV menjadi lebih interaktif. Secara umum implementasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah membangun sistem jaringan IPTV sederhana dengan menggunakan layanan dari Emby *Media Server* sebagai server dari IPTV. Konten layanan IPTV menggunakan layanan *Video on Demand* (VoD) dan layanan *Live Tv*. Pengukuran parameter QoS pada jaringan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang ada di Universitas Udayana menggunakan *software wireshark*. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa nilai *Packet Loss*, *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* yang di dapat telah memenuhi standarisasi QoS dari TIPHON.

Kata Kunci: IPTV, QoS, VoD, Emby

1. PENDAHULUAN

Kemunculnya *Internet Protocol Television* (IPTV) pada era global ini membuat layanan *video on demand* (VOD) dan *Live Tv Broadcasting* berkembang pesat dalam media komunikasi yang membroadcast video dengan kualitas tinggi.

IPTV adalah layanan multimedia seperti televisi dan video yang ditransmisikan melalui jaringan berbasis IP untuk memberikan jaminan kualitas. [2]

IPTV mengirimkan layanannya melalui jaringan berbasis *public* IP, namun umumnya berjalan pada jaringan berbasis *private* IP. Pada layanan IPTV seluruh konten berada pada *network* dan hanya *channel* yang direquest oleh user yang akan dikirimkan ke *Set Top Box* (STB). Informasi dari user menuju server berkomunikasi secara 2 arah sehingga adanya

komunikasi antara server IPTV dengan STB. [3]

IPTV menggunakan teknologi yang menyediakan layanan konvergen dalam bentuk siaran televisi dan video yang disalurkan ke pelanggan dan mampu memberikan layanan komunikasi dengan pelanggan secara interaktif dan *real time* dengan menggunakan pesawat televisi standar atau alat telekomunikasi yang menggunakan media audio visual. [4]

IPTV merupakan teknologi layanan video disalurkan ke pelanggan melalui jaringan protokol internet dengan jaminan kualitas layanan, keamanan dan mampu memberikan layanan komunikasi dengan pelanggan secara *real time*. [5]

Pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem layanan IPTV dengan mengintegrasikan

beberapa layanan yang terdapat pada *Content Management Service* (CMS) yang diimplementasikan pada jaringan Universitas Udayana. Pembangunan sistem akan terintegrasi dengan berbagai layanan IPTV berbasis web kemudian diujikan dan dianalisa unjuk kerjanya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Mutakhir.

Penelitian yang berjudul "*Analisis Kualitas Video Kompresi Pada Internet Protocol Television (IPTV).*" [1] Munculnya Internet Protocol Television (IPTV) terutama pada layanan *Video On Demand* (VOD) pengguna dapat memilih video sesuai dengan kebutuhannya. Namun, ukuran file video yang besar dapat mengakibatkan berkurangnya kenyamanan pada sisi pengguna. Kompresi video menggunakan *codec* MPEG-2, MPEG-4 dan DivX. Dengan adanya kompresi video pada IPTV akan membuat video yang dikirim memiliki kualitas yang baik dari segi pelayanan (QoS). Faktor yang cukup penting dalam metode ini adalah kecepatan, dan hal ini menentukan kenyamanan pengguna saat mengakses video.

IPTV menggunakan internet broadband sebagai jaringan aksesnya. Layanan data IPTV memiliki kecepatan yang tinggi karena menggunakan bandwidth dan bit rate yang besar dengan itu user akan menikmati layanan yang sangat baik. Bagian-bagian dari IPTV diklasifikasikan kedalam beberapa kelompok yang memiliki fungsi dan tugas masing-masing [6]

IPTV memiliki sejumlah fitur. Menurut O'Driscoll, [7] fitur ini:

1. TV interaktif: sistem IPTV menyediakan berbagai layanan seperti standar TV, permainan interaktif, browsing Internet kecepatan tinggi dan definisi tinggi TV (HDTV).
2. Pergeseran waktu: IPTV memungkinkan pergeseran waktu konten pemrograman yaitu, pelanggan dapat menonton media setiap saat setiap kali mereka inginkan.
3. Kebutuhan bandwidth rendah: Alih-alih memberikan setiap saluran untuk setiap konsumen, teknologi ini memungkinkan penyedia layanan hanya untuk saluran streaming bahwa pelanggan akhir telah meminta. Karena fitur ini menarik operator jaringan dapat menghemat bandwidth pada jaringan mereka.
4. Diakses pada beberapa perangkat: Isi IPTV tidak terbatas pada televisi. Konsumen juga dapat menggunakan perangkat mobile mereka dan PC untuk mengakses layanan IPTV.

2.2 Quality of Service (QoS)

Dari segi jaringan, QoS mengacu kepada kemampuan memberikan kualitas layanan kepada lalu lintas jaringan. Tujuan akhir dari QoS adalah memberikan layanan *network* yang baik dan handal. Adapun parameter QoS yang digunakan dalam penelitian ini. [8]

1. *Packet Loss* merupakan suatu kondisi untuk menentukan jumlah paket total yang hilang.

$$\frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100\% \quad (1)$$

2. *Throughput*

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses dibagi lama waktu pengiriman paket tersebut.

$$\frac{\text{Paket Data Diterima}}{\text{Waktu Pengiriman Data}} \quad (2)$$

3. *Delay*

Delay merupakan waktu temtemouh sebuah data untuk sampai ke tujuan. Jarak, media fisik dan waktu proses yang lama dapat dipengaruhi *Delay*.

$$\frac{\text{Paket Length}}{\text{Link Bandwith}} \quad (3)$$

4. *Jitter*

Jitter merupakan variasi *delay* antara paket-paket yang berurutan, beban trafik dalam sebuah jaringan sangat mempengaruhi yang nilai *jitter*.

$$\frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \quad (4)$$

2.3 Emby Media Server

Emby adalah multimedia *streaming server* untuk mengatur, memutar, dan mendistribusikan audio/video ke berbagai perangkat. *Emby* bisa diakses oleh semua perangkat yang berada pada jaringan yang terhubung dengan *media server* tersebut. Tampilan halaman depan *Emby Media Server* dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Emby Media Server

Emby juga merupakan *server* klien yang meningkatkan pengalaman hiburan *online*. *Emby* menyediakan dukungan multi-perangkat. *Emby* tidak hanya kompatibel dengan desktop atau laptop. Pengguna dapat memutar pusat media *emby* pada perangkat yang berbeda. *Emby server* kompatibel dengan sistem operasiseperti Windows, Linux, Mac. Pusat media menawarkan aplikasi seluler untuk klien web seperti HTML 5. Aplikasi seluler lainnya untuk android, ponsel Windows, dan iOS. Selain itu, *Emby* juga menyediakan aplikasinya untuk berbagai aplikasi TV. Aplikasi TV contohnya *Android TV, Amazon Fire TV, Apple TV, Chromecast, Roku,* dan *Samsung Smart TV*. Aplikasi TV lainnya termasuk *Xbox One, Xbox 360, Kodi, PlayStation 3,* dan *PlayStation 4*.

3. ANALISA PENELITIAN

3.1 Analisis Data

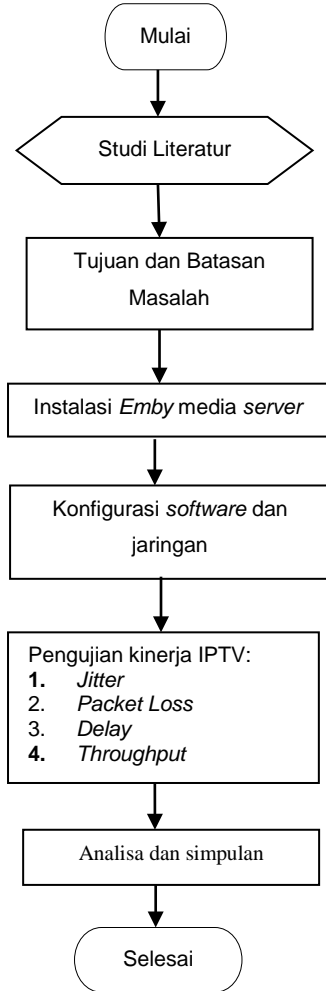
Analisis dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Analisa *packet loss* pada skenario 1 dan skenario 2
2. Analisa *throughput* pada skenario 1 dan skenario 2
3. Analisa *delay* pada skenario 1 dan skenario 2
4. Analisa *jitter* pada skenario 1 dan skenario 2
5. Menghitung maksimal *client* dan *bandwidth* minimal

3.2 Langkah Penelitian

Diagram alir prosedur ditunjukan pada Gambar 2. Penelitian dari tahap studi literatur berupa teori-teori yang mendukung, menentukan CMS untuk layanan IPTV. Pengukuran kinerja IPTV pada jaringan dengan mengukur *ititer*,

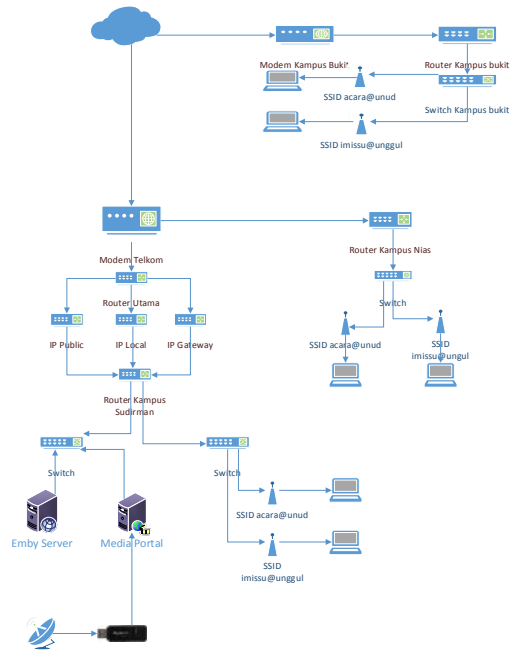
packet loss, delay dan throughput dan dilakukan analisis data hasil pengukuran.



Gambar 2 Diagram Alur Penelitian

3.3 Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini digunakan sistem jaringan *streaming* melalui jaringan LAN dengan media kabel UTP dan jaringan *Wireless-LAN*. Skema sistem *streaming* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Desain Rancangan IPTV

Sistem *streaming* IPTV menggunakan TV *tuner* untuk input siaran *live TV* yang ditangkap oleh antena, sedangkan untuk data *movie* dan kegiatan Universitas Udayana tersimpan pada *hardisk server*. Perangkat lunak layanan IPTV menggunakan *software Emby Media Server* sebagai server dari IPTV. Penginstal *Emby Media Server* pada PC server dengan OS *Linux Ubuntu 16.04 LTS*.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Secara umum implementasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah membangun sistem jaringan IPTV sederhana dengan membuat IPTV server untuk layanan *video on demand* (VoD) dan layanan *live TV*. Pengukuran QoS menggunakan *software wireshark*. Parameter QoS yang diukur pada penelitian ini antara lain *delay*, *jitter*, *packet loss*, *throughput* pada seluruh area

internal Kampus Universitas Udayana.

Dalam jaringan *wifi* di Universitas Udayana disediakan 4 nama SSID yaitu *imissu@unggul*, *imissu@berbudaya*, *imissu@mandiri* dan *acara@unud* dimana untuk SSID *acara@unud* dipergunakan ketika dilaksanakan acara atau kegiatan di lingkungan kampus dan juga akses user yang di berikan terbatas. Sedangkan ketiga SSID *imissu* akses diberikan ke seluruh mahasiswa di Universitas Udayana. Dalam penelitian ini pengambilan informasi nilai parameter- parameter QoS dari lalu lintas paket data menggunakan SSID *imissu@unggul* dengan *bandwidth* 50 Mbps dan SSID *Acara@unud* dengan *bandwidth* 100 Mbps.

4.2 Skenario Penelitian

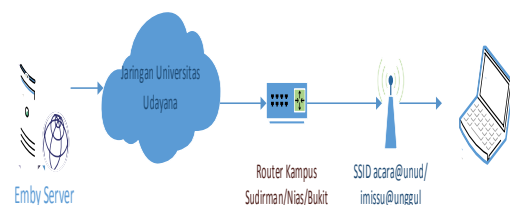
Secara umum, implementasi yang dijalankan adalah sebagai berikut:

1. Topologi jaringan dilewatkan pada jaringan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang ada di Universitas Udayana.
2. Layanan IPTV disediakan oleh IPTV server dengan CMS *Emby Media Server*.
3. Pengukuran dilakukan di 3 lokasi (Kampus Sudirman, Kampus Nias Dan Kampus Bukit Jimbaran).
4. Pengambilan data dilakukan pagi antara jam 07.30 WITA – 12.00 WITA dan siang antara jam 13.00 WITA – 16.00 WITA dan malam antara 18.00 WITA – 22.00 WITA.
5. Penguji QoS hasil implementasi IPTV, berupa *delay*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*.

6. Pengukuran menggunakan 2 SSID (*acara@unud* dan *imissu@unggul*)
7. Analisis kemudian dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja antara hasil pengukuran dari kedua SSID yang digunakan dalam penelitian ini

4.2.1 Skenario 1

Pada Gambar 4 menunjukkan skenario 1 pengukuran pengambilan data di ketiga lokasi menggunakan SSID *acara@unud* dan *imissu@unud*. Tujuan skenario 1 untuk mendapatkan QoS di semua lokasi kampus oleh satu client. IP masing-masing user SSID *acara@unud* kampus sudirman 172.16.8.54, kampus nias 172.16.8.155, kampus bukit 10.10.18.96 dan SSID *imissu@unggul* kampus sudirman 172.16.53.53, kampus nias 172.16.53.53, kampus bukit 10.10.22.189.

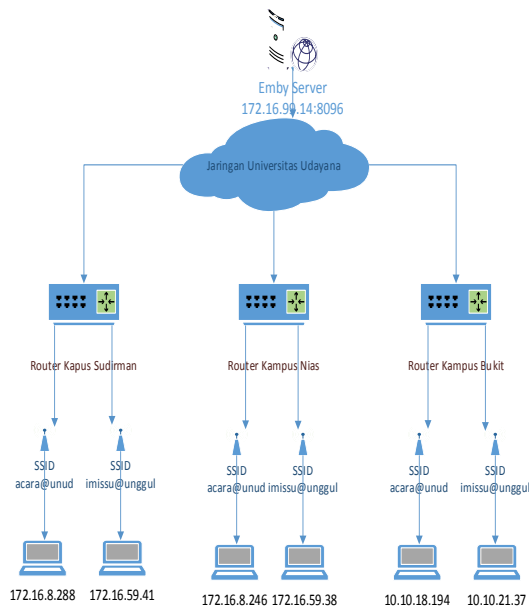


Gambar 4 Skenario 1 topologi pengambilan data

4.2.2 Skenario 2

Gambar 2 menunjukkan skenario 2 pengukuran pengambilan data di ketiga lokasi menggunakan SSID *acara@unud* dan SSID *imissu@unud*. Tujuan skenario 2 untuk mengambil data menggunakan 6 *user/client* secara bersamaan. Setiap kampus terdapat

2 user masing masing terkoneksi dengan wifi SSID acara@unud dan SSID imissu@unud. IP masing-masing user SSID acara@unud pada Kampus Sudirman 172.16.8.288, Kampus Nias 172.16.8.246, Kampus Bukit 10.10.18.194 dan SSID imissu@unud Kampus Sudirman 172.16.59.41, Kampus Nias 172.16.59.36, Kampus Bukit 10.10.21.37.



Gambar 5 Skenario 2 topologi pengambilan data

4.3 Hasil Pengukuran Kinerja IPTV

4.3.1 Pengukuran dan analisa skenario 1

1. Packet Loss

Hasil pengujian *packet loss* didapat pada Tabel 1. Nilai indeks QoS 4 dengan kategori “Sangat Bagus”, nilai rata-rata *packet loss* SSID Acara@unud didapat di tiga kampus antara 0,6% sampai 0,8% dan nilai rata-rata *packet loss* SSID Imissu@unggulan didapat di tiga kampus antara 0,3% sampai 0,8%. Nilai *packet loss* yang di dapat telah memenuhi standarisasi QoS dari TIPHON.

Tabel 1: Nilai Packet Loss

SSID	Lokasi	Waktu	Packet Loss (%)	Keterangan	
				Indeks	Kategori
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 08.30	0,66	4	Sangat Bagus
		Sore 14.00	0,64	4	Sangat Bagus
		Malam 18.00	0,63	4	Sangat Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.00	0,85	4	Sangat Bagus
		Sore 14.30	0,84	4	Sangat Bagus
		Malam 18.00	0,83	4	Sangat Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 09.30	0,86	4	Sangat Bagus
		Sore 13.00	0,86	4	Sangat Bagus
		Malam 20.00	0,85	4	Sangat Bagus
Imissu@unggulan	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	0,37	4	Sangat Bagus
		Sore 14.30	0,61	4	Sangat Bagus
		Malam 18.30	0,59	4	Sangat Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.30	0,52	4	Sangat Bagus
		Sore 15.00	0,53	4	Sangat Bagus
		Malam 18.30	0,37	4	Sangat Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 10.00	0,86	4	Sangat Bagus
		Sore 13.30	0,86	4	Sangat Bagus
		Malam 20.30	0,86	4	Sangat Bagus

2. Throughput

Nilai QoS *throughput* pengujian SSID Acara@unud Kampus Sudirman dan Kampus Nias didapat nilai indeks 3 kategori “Bagus”, namun pada nilai rata-rata *throughput* kampus bukit mengalami penurunan didapat nilai rata-rata indeks 2 kategori “Sedang”. SSID imissu@unggulan didapat nilai rata-rata indeks 3 dengan kategori “Bagus”. Terjadi penurunan nilai *throughput* pada pengujian pagi hari di kampus nias dan kampus bukit pada sore hari didapat nilai rata-rata indeks 2 kategori “Sedang” dengan nilai rata-rata *throughput* antara 10000 bps sampai 11000 bps.

Terjadinya penurunan nilai *throughput* yang proporsional seiring dengan bertambahnya *traffic* yang berada di sebuah SSID. Hal ini disebabkan terjadinya antrian, ketika suatu paket tersebut tidak diolah akan mengakibatkan *packet drop*. Hasil *throughput* pada pengukuran skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Nilai *Throughput*

SSID	Lokasi	Waktu	Thruoghput (bps)	Keterangan		
				Indeks	Katagori	
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 08.30	14727	3	Bagus	
		Sore 14.00	14453	3	Bagus	
		Malam 18.00	15285	3	Bagus	
	Kampus Nias	Pagi 08.00	15792	3	Bagus	
		Sore 14.30	11843	2	Sedang	
		Malam 18.00	13615	3	Bagus	
	Kampus Bukit	Pagi 09.30	6534	2	Sedang	
		Sore 13.00	8022	2	Sedang	
		Malam 20.00	7083	2	Sedang	
	Imissu@unggul	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	13626	3	Bagus
			Sore 14.30	14680	3	Bagus
			Malam 18.30	21272	4	Sangat Bagus
Kampus Nias		Pagi 08.30	10356	2	Sedang	
		Sore 15.00	15588	3	Bagus	
		Malam 18.30	16552	3	Bagus	
Kampus Bukit		Pagi 10.00	12440	3	Bagus	
		Sore 13.30	11786	2	Sedang	
		Malam 20.30	12941	3	Bagus	

3. Delay

Hasil pengujian *delay* didapat nilai rata-rata indeks 4 kategori "Sangat Bagus", dengan nilai rata-rata *delay* didapat di tiga kampus antara 30 ms sampai 70 ms dan *delay* yang sangat besar didapat

pada pengukuran imissu@unggul yang dilakukan pagi dan sore hari di Kampus Sudirman dan Kampus Nias. Rentang nilai rata-rata *delay* yang melebihi 450 ms, menunjukkan bahwa *delay* yang terjadi masih dapat sangat besar. Peningkatan nilai *delay* ini lebih disebabkan oleh adanya *processing delay* time akibat padatnya pengguna dalam sebuah SSID. Hasil *Delay* pada pengukuran skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Nilai *Delay*

SSID	Lokasi	Waktu	Delay (ms)	Keterangan		
				Indeks	Katagori	
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 08.30	32,9	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.00	35,1	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.00	36,2	4	Sangat Bagus	
	Kampus Nias	Pagi 08.00	37,7	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.30	53,1	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.00	44,1	4	Sangat Bagus	
	Kampus Bukit	Pagi 09.30	80,2	4	Sangat Bagus	
		Sore 13.00	63,9	4	Sangat Bagus	
		Malam 20.00	71,9	4	Sangat Bagus	
	Imissu@unggul	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	1568	1	Buruk
			Sore 14.30	2052	1	Buruk
			Malam 18.30	112	4	Sangat Bagus
Kampus Nias		Pagi 08.30	950	1	Buruk	
		Sore 15.00	785	1	Buruk	
		Malam 18.30	80,8	4	Sangat Bagus	
Kampus Bukit		Pagi 10.00	38,9	4	Sangat Bagus	
		Sore 13.30	41,5	4	Sangat Bagus	
		Malam 20.30	37,1	4	Sangat Bagus	

4. Jitter

Hasil pengujian kedua SSID didapat nilai rata-rata indeks 4 kategori "Sangat Bagus", dengan nilai rata-rata *jitter* SSID

Acara@unud didapat di tiga kampus antara 0 ms sampai 5 ms dan nilai rata-rata *jitter* SSID Imissu@unggulan didapat di tiga kampus antara 0 ms sampai 3 ms. Nilai *Jitter* yang di dapat telah memenuhi standarisasi QoS dari TIPHON. Hasil *jitter* pada pengukuran skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai *Jitter*

SSID	Lokasi	Waktu	Rata-rata <i>Jitter</i> (ms)	Keterangan		
				Indeks	Kategori	
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 08.30	1,508	3	Bagus	
		Sore 14.00	4,503	3	Bagus	
		Malam 18.00	4,945	3	Bagus	
	Kampus Nias	Pagi 08.00	-0,73	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.30	-2,950	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.00	-1,626	4	Sangat Bagus	
	Kampus Bukit	Pagi 09.30	0,592	4	Sangat Bagus	
		Sore 13.00	1,62	3	Bagus	
		Malam 20.00	1,115	3	Bagus	
	Imissu@unggulan	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	7,748	3	Bagus
			Sore 14.30	0,910	4	Sangat Bagus
			Malam 18.30	-0,496	4	Sangat Bagus
Kampus Nias		Pagi 08.30	2,243	3	Bagus	
		Sore 15.00	1,878	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.30	-4,753	4	Sangat Bagus	
Kampus Bukit		Pagi 10.00	3,012	3	Bagus	
		Sore 13.30	2,004	3	Bagus	
		Malam 20.30	-1,259	4	Sangat Bagus	

Nilai *jitter* yang negatif menunjukkan bahwa paket tiba lebih awal dari yang seharusnya.

4.3.2 Pengujian dan analisa skenario 2

1. Packet Loss

Hasil pengujian kedua SSID didapat nilai rata-rata indeks yaitu 4 dengan kategori “Sangat Bagus”, nilai rata-rata *packet loss* SSID

Acara@unud didapat di tiga kampus antara 0,6% sampai 0,8% dan nilai rata-rata *packet loss* SSID Imissu@unggulan didapat di tiga kampus antara 0,3% sampai 0,8%. Hasil *packet loss* pada pengukuran skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai *Packet Loss*

SSID	Lokasi	Waktu	Packet Loss (%)	Keterangan		
				Indeks	Kategori	
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	0,67	4	Sangat Bagus	
		Sore 15.00	0,84	4	Sangat Bagus	
		Malam 21.00	0,71	4	Sangat Bagus	
	Kampus Nias	Pagi 08.30	0,84	4	Sangat Bagus	
		Sore 13.00	0,81	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.00	0,73	4	Sangat Bagus	
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	0,56	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.00	0,61	4	Sangat Bagus	
		Malam 19.00	0,61	4	Sangat Bagus	
	Imissu@unggulan	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	0,71	4	Sangat Bagus
			Sore 15.00	0,84	4	Sangat Bagus
			Malam 21.00	0,69	4	Sangat Bagus
Kampus Nias		Pagi 08.30	0,84	4	Sangat Bagus	
		Sore 13.00	0,84	4	Sangat Bagus	
		Malam 18.00	0,78	4	Sangat Bagus	
Kampus Bukit		Pagi 10.30	0,63	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.00	0,69	4	Sangat Bagus	
		Malam 19.00	0,67	4	Sangat Bagus	

2. Throughput

Hasil *Throughput* pada pengukuran skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil pengujian SSID Acara@unud didapat nilai rata-rata indeks 3 dengan kategori “Bagus”. Nilai rata-rata *throughput* sore hari Kampus Sudirman dan Kampus Nias pagi hari mengalami penurunan. Nilai rata-rata indeks 2 kategori “Sedang. Pada kampus bukit sore hari mengalami

penurunan nilai rata-rata indeks 1 dengan kategori “Buruk”, dengan nilai rata-rata *throughput* 3132 bps. Hasil pengujian SSID *imissu@unggul* didapat nilai rata-rata indeks 3 kategori “Bagus” dengan nilai rata-rata *throughput* di tiga kampus. Terjadi penurunan nilai *throughput* pada pengujian di Kampus Sudirman sore hari sedangkan di Kampus Bukit pada pagi dan sore hari. Nilai rata-rata indeks 2 dengan kategori “Sedang. Terjadi penurunan nilai *throughput* yang proporsional seiring dengan bertambahnya *traffic* yang berada di sebuah SSID.

Tabel 6: Nilai *Throughput*

SSID	Lokasi	Waktu	<i>Throughput</i> (bps)	Keterangan		
				Indeks	Kategori	
<i>Acara@unud</i>	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	13549	3	Bagus	
		Sore 15.00	11350	2	Sedang	
		Malam 21.00	32578	4	Sangat Bagus	
	Kampus Nias	Pagi 08.30	11851	2	Sedang	
		Sore 13.00	12336	3	Bagus	
		Malam 18.00	23539	4	Sangat Bagus	
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	28958	4	Sangat Bagus	
		Sore 14.00	3132	1	Buruk	
		Malam 19.00	16108	3	Bagus	
	<i>Imissu@unggul</i>	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	14703	3	Bagus
			Sore 15.00	10723	2	Sedang
			Malam 21.00	15349	3	Bagus
Kampus Nias		Pagi 08.30	13731	3	Bagus	
		Sore 13.00	16593	3	Bagus	
		Malam 18.00	35739	4	Sangat Bagus	
Kampus Bukit		Pagi 10.30	7797	2	Sedang	
		Sore 14.00	10825	2	Sedang	
		Malam 19.00	19123	4	Sangat Bagus	

3. Delay

Hasil *Throughput* pada pengukuran skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 7. Pengujian QoS *delay* SSID *acara@unud* nilai rata-rata indeks 4 kategori “Sangat Bagus” nilai rata-rata *delay* di tiga kampus antara 14 ms sampai 46 ms.

Tabel 7: Nilai *Delay*

SSID	Lokasi	Waktu	<i>Delay</i> (ms)	Keterangan	
				Indeks	Kategori
<i>Acara@unud</i>	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	34,4	4	Sangat Bagus
		Sore 15.00	46,4	4	Sangat Bagus
		Malam 21.00	14,2	4	Sangat Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.30	40,3	4	Sangat Bagus
		Sore 13.00	41,2	4	Sangat Bagus
		Malam 18.00	19,9	4	Sangat Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	16,4	4	Sangat Bagus
		Sore 14.00	193,4	3	Bagus
		Malam 19.00	29,8	4	Sangat Bagus
<i>Imissu@unggul</i>	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	34,9	4	Sangat Bagus
		Sore 15.00	44,0	4	Sangat Bagus
		Malam 21.00	33,0	4	Sangat Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.30	34,7	4	Sangat Bagus
		Sore 13.00	28,8	4	Sangat Bagus
		Malam 18.00	14,1	4	Sangat Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	62,0	4	Sangat Bagus
		Sore 14.00	419,85	2	Sedang
		Malam 19.00	23,9	4	Sangat Bagus

Delay yang besar pada pengukuran yang dilakukan kampus bukit sore hari nilai rata-rata indeks 3 kategori “Bagus” dengan nilai rata-rata *delay* 193 ms. Pengujian SSID *imissu@unggul* didapat nilai rata-rata indeks 4 dengan kategori “Sangat Bagus” nilai rata-rata *delay* di tiga kampus antara 14 ms sampai 62 ms. *Delay* yang besar pada pengukuran yang dilakukan di Kampus Bukit sore hari nilai rata-rata indeks 2 kategori “Sedang” dengan nilai rata-rata *delay* 419 ms. Rentang nilai rata-rata *delay* yang

SSID	Lokasi	Waktu	Jitter (ms)	Keterangan	
				Indeks	Katagori
Acara@unud	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	9,580	3	Bagus
		Sore 15.00	3,293	3	Bagus
		Malam 21.00	5,917	3	Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.30	5,586	3	Bagus
		Sore 13.00	2,078	3	Bagus
		Malam 18.00	1,959	3	Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	1,787	3	Bagus
		Sore 14.00	2,741	3	Bagus
		Malam 19.00	3,878	3	Bagus
Imissu@unggulan	Kampus Sudirman	Pagi 09.00	2,543	3	Bagus
		Sore 15.00	3,492	3	Bagus
		Malam 21.00	1,022	3	Bagus
	Kampus Nias	Pagi 08.30	1,402	3	Bagus
		Sore 13.00	3,852	3	Bagus
		Malam 18.00	1,010	3	Bagus
	Kampus Bukit	Pagi 10.30	1,787	3	Bagus
		Sore 14.00	2,741	3	Bagus
		Malam 19.00	3,878	3	Bagus

masih berada di bawah 150 ms, menunjukkan bahwa *delay* yang terjadi masih dapat ditoleransi. Peningkatan nilai *delay* ini lebih disebabkan oleh adanya *processing delay* time akibat padatnya pengguna dalam sebuah SSID.

4. Jitter

Hasil pengujian kedua SSID nilai indeks rata-rata 3 dengan kategori “Bagus”, nilai rata-rata *jitter* SSID Acara@unud dan SSID Imissu@unggulan didapat di tiga kampus antara 0 ms sampai 5 ms. Peningkatan nilai *jitter* antara hasil yang di peroleh pada pagi, sore dan malam hari. peningkatan nilai *jitter* terjadi pada sore hari di seluruh kampus dengan SSID imissu@unggulan seiring bertambahnya *traffic* pada saat dilakukan pengambilan data. Hasil

jitter pada pengukuran skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8: Nilai Jitter

4.3.3 Maksimal client dan bandwidth minimal

Perhitungan yang di dapat pada tabel 9, maksimal *client* yang dapat mengakses layanan IPTV dengan SSID imissu@unggulan bandwidth 50 Mbps adalah 3.112 *user* dan SSID acara@unud bandwidth 100 Mbps adalah sebanyak 5866 *user*. Jika *user* dibatasi sebanyak 500 *user* maka setiap *user* mendapatkan *bandwidth* dari SSID imissu@unggulan sebesar 100 Kbps. Dan *bandwidth* dari SSID acara@unud sebesar 200 Kbps. Terlihat pada tabel 10.

Tabel 9 : Maksimum Client

SSID	Throughput	Client
imissu@unggulan 50 Mbps	16064 bps	3.112 user
acara@unud 100 Mbps	17044 bps	5.866 user

Tabel 10 : Bandwidth maksimal jika user dibatasi

SSID	Client	Bandwidth
imissu@unggulan 50 Mbps	500 user	100 Kbps
acara@unud 100 Mbps	500 user	200 ps

5. SIMPULAN

Secara umum dalam pengukuran yang dilakukan, ada perbedaan antara hasil yang di peroleh pada pagi, sore dan malam hari. Penurunan nilai QoS terjadi pada sore hari di seluruh kampus seiring dengan bertambahnya *traffic* yang berada di sebuah SSID. Hal ini disebabkan oleh terjadinya antrian, di mana ketika suatu paket tersebut

tidak diolah akan mengakibatkan *packet drop*. Kondisi inilah yang menyebabkan nilai QoS menjadi menurun.

Berdasarkan hasil pengukuran di tiga lokasi kampus, dapat disimpulkan bahwa nilai Indeks QoS hasil pengujian *packet loss* adalah 4 dengan kategori "Sangat Bagus", Hasil pengujian *Throughput* adalah 3 dengan kategori "Bagus". Hasil pengujian *Delay* adalah 3 dengan kategori "Bagus". Hasil pengujian *Jitter* adalah 3 dengan kategori "Bagus".

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Isnan, Charisma.2012. *Analisis Kualitas Video Kompresi Pada Internet Protocol Television (IPTV)*. Teknik Informatika, Fakultas Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammdiyah Surakarta.
- [2] ITU-T Standardization Y.1910, *IPTV Function Architecture*, September, 2008.
- [3] Pramundia, N.O., Sudiarta, P.K., Gunantara, N. 2015. Analisis Kualitas Jaringan Gpon Pada Layanan IPTV PT. Telkom di Daerah Denpasar, Bali. E-Journal SPEKTRUM Vol. 2, No. 2 Juni 2015.
- [4] *Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia Nomor : 11/Per/M.Kominfo/07/2010 Tentang Penyelenggaraan Layanan Televisi Protokol Internet (Internet Protocol Television/ IPTV)*
- [5] Suryanto, Bayu Kurniawan. *Rancang Bangun Live Tv Broadcasting Pada Internet Protocol Television (IPTV)*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [6] Sutresna Mudri, I.G.A., Sudiarta,P.K. , Gunantara, N. Analisis Pengukuran Kualitas Jaringan Msan Pada Layanan IPTV PT.Telkom Di Daerah Denpasar Bali. E-Journal SPEKTRUM Vol. 2, No. 2 Juni 2015
- [7] Yerawar, Pallavi. Dkk. 2015. *International Journal of Advanced Research di Ilmu Komputer dan Rekayasa Perangkat Lunak*. Elektronik dan Telekomunikasi, India. Volume 5 Edisi 3 Maret 2015
- [8] Wulandari, Rika. 2016. *Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambanganjampang Kulon – Lipi)*. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. Volume 2 Nomor 2 Agustus 2016