

# PENGUKURAN KINERJA VOIP DENGAN CODEC G.711 $\mu$ , G.711a DAN G.729 DI MEDIA TRANSMISI NIRKABEL BERBASIS SIP DAN IAX

Putu Sintia Susiani Pande<sup>1</sup>, Pande Ketut Sudiarta<sup>2</sup>, I Made Oka Widyantara<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : [sintiasusianipande@gmail.com](mailto:sintiasusianipande@gmail.com)<sup>1</sup>, [sudiarta@unud.ac.id](mailto:sudiarta@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [oka.widyantara@unud.ac.id](mailto:oka.widyantara@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* adalah teknologi yang dapat mengirimkan data yang berbentuk *real time* dengan jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*). Pada teknologi VoIP dengan jaringan nirkabel memiliki beberapa masalah yang menyebabkan kinerja pada jaringan menjadi bervariasi karena adanya QoS (*Quality of Service*) meliputi *delay*, *jitter*, *packet loss* dan MOS yang mempengaruhi jaringan nirkabel. Penelitian ini menggunakan *codec* G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis server SIP dan IAX pada jaringan nirkabel yang kemudian hasil QoS dari masing – masing *codec* dibandingkan dengan standarisasi ITU-T yang menjadi acuan apakah jaringan tersebut bagus atau tidak sehingga nantinya dapat direalisasikan di kampus. Pada hasil penelitian, QoS pada *wireless IEEE 802.11 b* memiliki hasil yang linear, sedangkan QoS pada *wireless* yang terbebani VoIP memiliki hasil fluktuatif karena penggunaan *codec* pada VoIP yang mana masing-masing *codec* memiliki besar *bitrate* dan teknik pengkodean yang berbeda dan merupakan ciri jaringan nirkabel. Perbandingan QoS ketiga *codec* menghasilkan *codec* G.711 dengan kualitas QoS terbaik dikarenakan *codec* G.711 memiliki *bitrate* yang sesuai dengan standar komunikasi suara yaitu 64 kbps dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM (*Pulse Code Modulation*).

Kata Kunci : *Codec*, Nirkabel, QoS, VoIP

## Abstract

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* is a technology that can send real-time data with IP-based networks (*Internet Protocol*). In VoIP technology with wireless network has several problems that cause the performance of the network to be varied due to the QoS (*Quality of Service*) include *delay*, *jitter*, *packet loss* and MOS that affect the wireless network. This research uses G.711 $\mu$ , G.711a and G.729 *codec* based on SIP and IAX server on wireless network which then the QoS result from each *codec* compared with ITU-T standard which become the reference of whether the network is good or not so that later can realized on campus. In the research results, QoS on wireless IEEE 802.11 b has linear results, whereas QoS wireless in VoIP has fluctuating results because the use of *codecs* in VoIP on each *codec* has a large *bitrate* and different coding techniques and is a feature of wireless networks. The QoS comparison of three *codecs* produced the best G711 QoS *codecs* because the G.711 *codec* has a *bitrate* that conforms to the 64 kbps voice communication standard and uses voice coding techniques that match the digital signal encoding technique of PCM (*Pulse Code Modulation*).

Keywords: *Codec*, QoS, VoIP, Wireless

## 1. PENDAHULUAN

*Hotspot Wi-Fi (Wireless Fidelity)* di areal kampus biasanya dimanfaatkan sebagian mahasiswa untuk memenuhi kebutuhan perkuliahannya seperti mencari materi kuliah, *ebook*, jurnal dan masih banyak lagi. Adapula mahasiswa yang menggunakan salah satu fasilitas kampus ini untuk sekedar membuka media sosial

mereka agar dapat melakukan komunikasi dengan teman ataupun keluarganya.

Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) adalah teknologi penyedia akses internet yang memiliki *bandwidth* besar. Teknologi *Wi-Fi* bekerja pada standar jaringan IEEE 802.11 yang diterapkan oleh Komite Standar IEEE *Wireless LAN* [1].

VoIP merupakan fasilitas yang menyerupai telepon sehingga *user* bisa berbicara dengan *user* lain, tetapi dalam suatu jaringan internet. Suara dari *user* akan diubah ke bentuk kode digital dan dikirimkan dalam bentuk paket data [2].

Cara kerja yang digunakan untuk menentukan kualitas layanan pada teknologi jaringan telekomunikasi adalah QoS (*Quality of Service*). *Quality of Service* (QoS) adalah kemampuan untuk memberikan layanan pada jaringan dengan trafik data tertentu meliputi *delay*,  *jitter*,  *packet loss* dan MOS (*Mean Opinion Score*). Selain itu ada juga *Received Signal Level* dan *Service Coverage Area* [2], [3]. Pengukuran MOS menggunakan metode pengukuran objektif dengan mengandalkan parameter uji terukur (*delay* dan *packet loss*) [4].

Maka dari itu diperlukan analisis kinerja VoIP dengan codec G.711a, G.711 $\mu$  dan G.729 pada media transmisi nirkabel berbasis dua server, yaitu server SIP dan server IAX.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

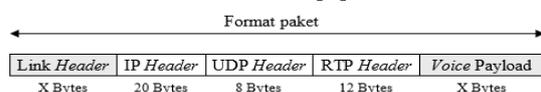
### 2.1 Jaringan Nirkabel

Jaringan nirkabel (*wireless*) adalah teknologi jaringan yang menggunakan media transmisi gelombang radio. Standarnya dibuat oleh konsorsium perusahaan produsen peranti W-LAN, *Wireless Ethernet Communications Alliance* untuk mempromosikan komparibilitas perangkat 802.11 [5].

### 2.2 Voice Over Internet Protocol (VoIP)

*Voice over Internet Protocol* (VoIP) adalah teknologi yang dapat mengirimkan data yang berbentuk *real time* dengan jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*) [6].

Paket data VoIP terdiri atas dua bagian, yaitu *header* dan *payload*. *Header* terdiri dari *IP header*, *Real-time Transport Protocol*, *User Datagram Protocol* (UDP) *header*, dan *link header* [7].



Gambar 1. Format Paket VoIP (7)

Gambar 1 adalah paket data VoIP yang akan melalui jaringan nirkabel. *IP header* berfungsi menyimpan informasi *routing* untuk mengirim paket data ke *receiver*. Tiap *header IP* bersamaan dengan tipe layanan atau *Type of Service* (ToS) yang memungkinkan paket tertentu seperti *voice data* yang *non real time*. *UDP header* memiliki ciri - ciri yaitu tidak menjamin *packet* akan sampai pada *receiver* sehingga UDP cocok digunakan pada *voice real time application* yang rawan terhadap *delay* dan *latency* [7].

### 2.3 Codec G.711 dan G.729

G.711 adalah *international standardization* pada kompresi *voice data* dengan mengaplikasikan teknik *Pulse Code Modulation* (PCM) dalam pengiriman suara. PCM mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan melakukan *sampling* 8000 kali/detik dan dikodekan dalam bentuk angka. Jarak antar sampel adalah 125  $\mu$ s. Besar frekuensi sinyal analog pada suatu percakapan adalah 300 Hz – 3400 Hz. PCM menggunakan 8 bit untuk melakukan pengkodean. Kecepatan pada laju transmisi didapatkan dengan mengkalikan 8000 sampel/detik dengan 8 bit/sampel, menjadi 64.000 bit/detik. *Bit rate* 64 Kbps ini adalah standarisasi dari pada transmisi satu *channel* telepon digital [8].

G.729 adalah pengkodean suara berjenis CELP yang menghasilkan kompresi sampai sebesar 8 Kbps. *Codec* ini digunakan saat bekerja pada sinyal digital yang dapat dicapai dengan *filter bandwidth* memakai keluaran sinyal analog [8].

### 2.4 Server SIP dan IAX

SIP (*Session Initial Protocol*) adalah suatu *protocol signalling* pada *application layer* yang berguna untuk *building*, *modification*, dan *finishing* dari pada suatu multimedia *section* dan dikaitkan pada satu atau lebih *user*. *Multimedia section* adalah pertukaran *voice*, *video* dan *text data* antar *user*. SIP dapat menyediakan layanan

yang tidak langsung, namun SIP menyediakan pondasi yang digunakan *protocol application* lain untuk memberi *service* yang lebih lengkap untuk *user*, misal RTP (*Real Time Transport Protocol*) berfungsi untuk mentransfer *real-time data*, SDP (*Session Description Protocol*) berfungsi untuk deskripsi multimedia *section*, MEGACO (*Media Gateway Control Protocol*) berfungsi untuk melakukan percakapan dengan PSTN (*Public Switch Telephone Network*) [8].

IAX (*Inter Asterisk Exchange*) adalah *protocol* yang *simple* berguna saat melewati *Network Address Translation* (NAT). *Mini Frame* (*data frame* berukuran kecil) dan *Full Frame* (*data frame* berukuran besar) dibawa diantara dua *endpoint* A dan B. Tiap haluan audio data dan *frame* video dari IAX *Mini frame* (*frame* M) yang memiliki isi 4 *byte header*. Haluan ini disempurnakan dengan *Full Frames* (F *Frames*) secara teratur meliputi *synchronization information*. UDP berfungsi pada IAX untuk mengirimkan data audio dan video pada *packet* IAX audio yang terbagi atas 4 bagian, yaitu *IP header*, *UDP header*, *IAX header* dan *IAX payload* [9].

## 2.5 Kualitas Layanan VoIP

*Quality of Service* (QoS) adalah layanan yang disediakan pada suatu jaringan pada trafik data tertentu dalam berbagai bentuk teknologi. QoS tidak didapatkan langsung melalui infrastruktur yang ada, namun didapat langsung dengan mengaplikasikannya pada jaringan. Parameter yang digunakan sebagai ukuran kinerja suatu jaringan teknologi VoIP adalah antara lain [10]:

### 2.5.1 Delay

*Delay* adalah waktu tunda yang disebabkan oleh proses transmisi dari *transmitter* ke *receiver*. Besar *delay* maksimum sesuai dengan standarisasi ITU untuk *voice application* adalah 150 ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima

*user* adalah 250 ms. Tabel 1 adalah standar *delay* menurut ITU-T G.114 [10].

Tabel 1. Parameter *Delay* ITU-T G.114 (9)

Nilai <i>Delay</i>	Kualitas
0-150 ms	Baik
150-400 ms	Cukup, masih dapat diterima
>400 ms	Buruk, tidak dapat diterima

### 2.5.2 Jitter

*Jitter* adalah variasi waktu *delay* yang terjadi karena adanya interval *periodic* antar kedatangan data *packet* pada *receiver*. Data *packet* yang datang pada *receiver* dikumpulkan dalam *jitter buffer* selama waktu yang telah ditentukan sampai paket dapat diterima pada sisi penerima dengan urutan yang benar. Namun *jitter* tidak dihilangkan karena prosedur antrian yang terbaik tetap saja tidak dapat mengatasi semua kasus antrian. Tabel 2 adalah standar *jitter* menurut ITU-T [10].

Tabel 2. Standar *Jitter* ITU-T (10)

Nilai <i>Jitter</i>	Kualitas
0-20 ms	Baik
20-50 ms	Cukup
>50 ms	Buruk

### 2.5.3 Packet loss

*Packet loss* adalah kegagalan transmisi paket data untuk mencapai penerima (*receiver*). Kegagalan paket tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, yakni :

- Terjadinya kelebihan pada trafik didalam jaringan
- Adanya *congestion* pada jaringan,
- Error* pada media *physic*,
- Kegagalan yang terjadi pada *receiver* yang disebabkan karena *overflow* pada *buffer*.

Tabel 3 adalah standar *packet loss* menurut ITU-T [8].

Tabel 3. Standar *Packet loss* ITU-T (10)

Packet loss	Kualitas
0- 0.5%	Sangat Baik
0.5-1.5%	Baik
1.5%	Buruk

### 2.5.4 Mean Opinion Score (MOS)

Untuk mengukur kualitas layanan VoIP, maka parameter yang akan dihitung adalah MOS (*Mean Opinion Score*). Karena prosesnya yang mengandalkan parameter uji terukur, maka hasil evaluasi ini biasa disebut dengan *Objective MOS*. Berdasarkan Rekomendasi ITU-T P.107, maka nilai MOS dapat diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung *R factor* sebagai berikut [11]:

$$R = 94.2 - I_d - I_{ef} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- *R factor* : Nilai maksimum ITU – T
- *I<sub>d</sub>* : Delay
- *I<sub>ef</sub>* : Packet loss



Gambar 2. Range Nilai MOS (11)

Untuk mengubah estimasi dari nilai R faktor kedalam MOS (ITU-T P.800) terdapat ketentuan sebagai berikut [12]:

- Untuk  $R < 0$  maka  $MOS = 1$   
Kondisi ini menerangkan apabila *delay*

total yang dihasilkan sangat besar dan hal tersebut membuat buruk pada kualitas VoIP dan tidak diperkenankan untuk diaplikasikan bahkan mulai  $R < 50$  [12].

- Untuk  $R > 100$  maka  $MOS = 4.5$   
Persamaan ini untuk menerangkan kualitas yang paling bagus dari VoIP itu sendiri karena prinsipnya nilai R maksimum hanya 94.2. Untuk realitasnya yang dipakai adalah untuk persamaan seperti di bawah ini [12].
- Untuk  $0 < R < 100$  maka  $MOS = 1 + 0.035R + 7 \times 10^{-6} R(R - MIN\_R)$  [12].
- Nilai *MIN\_R* yang biasa digunakan untuk perhitungan ini biasanya 50 seperti yang ditunjukkan pada standar VoIP [12].

### 2.6 FSL (Free Space Loss)

Redaman ruang bebas atau *free space loss* merupakan penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Nilai *free space loss* dihitung dengan persamaan di bawah ini [13]:

$$FSL (Free Space Loss) = Tx Power - Tx cable loss + Tx antenna gain + Rx antenna gain - Rx cable loss - Rx Sensitivity - Fade Margin \dots \dots \dots (2)$$

Untuk mencari jarak rambatan pada ruang bebas dapat menggunakan persamaan dibawah ini [13]:

$$20 \log (d) = FSL - 92,45 - 20 \log_{10} (f) \dots \dots \dots (3)$$

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

#### 3.1.1 Skenario Penelitian Tanpa Beban VoIP

Skenario penelitian pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Skenario Penelitian Tanpa VoIP

#### a. Skenario Penelitian

- 1 unit perangkat *hotspot* yang akan memberikan akses ke *Smartphone* dan *Laptop*.
- Perangkat *smartphone* yang di-*install terminal emulator* untuk mengukur *delay* dan *packet loss*.

#### 3.1.2 Skenario Penelitian Tanpa Beban VoIP

Skenario penelitian pengukuran kinerja VoIP dengan *codec* G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 di Media transmisi nirkabel berbasis SIP dan IAX dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Skenario Penelitian dengan VoIP

#### a. Skenario Penelitian I

- 1 unit perangkat *hotspot* yang akan memberikan akses ke *Smartphone* dan *Laptop*.
- Perangkat *laptop* yang menjadi *server* dan di-*install* FreePBx dengan *softswitch (server)* berbasis SIP .
- Perangkat *smartphone* yang di-*install softphone zoiper*.

#### b. Skenario Penelitian II

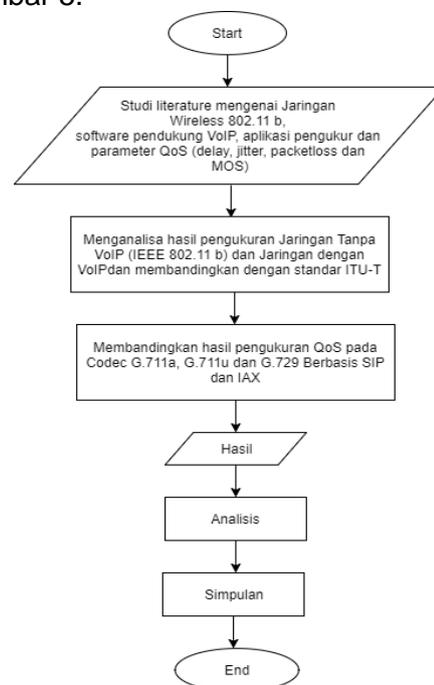
- 1 unit perangkat *hotspot* yang akan memberikan akses ke *Smartphone* dan *Laptop*.

- Perangkat *laptop* yang menjadi *server* dan di-*install* FreePBx dengan *softswitch (server)* berbasis IAX .
- Perangkat *smartphone* yang di-*install softphone zoiper*.

### 3.2 Alur Analisis

#### 3.2.1 Alur Penelitian Umum

Dalam menganalisa data menggunakan alur analisa yang disusun sesuai dengan langkah – langkah berbentuk diagram alir seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alur Analisis Penelitian

Berdasarkan diagram alur analisis penelitian pada Gambar 5, sistem dimulai dengan memberikan inputan dengan mempelajari studi literature perangkat – perangkat VoIP dan juga parameter uji yaitu QoS. Selanjutnya menganalisa hasil pengukuran jaringan tanpa VoIP (IEEE 802.11 b) dan jaringan dengan VoIP. Lalu membandingkan hasil QoS dengan standarisasi ITU-T. Setelah mendapatkan hasilnya, dilanjutkan dengan menganalisa dan membandingkan jaringan tanpa VoIP (IEEE 802.11 b) dan jaringan dengan VoIP dan didapatkan kesimpulan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Pengukuran kinerja (QoS) pada jaringan wireless ini dilakukan dengan dua aplikasi pengukuran, yaitu *terminal emulator* dan *wireshark* dengan jarak yang sudah ditentukan, yaitu pada jarak 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter, 25 meter dan 30 meter.

##### 4.1.1 Hasil QoS Jaringan Wireless IEEE 802.11 b

###### a. Delay

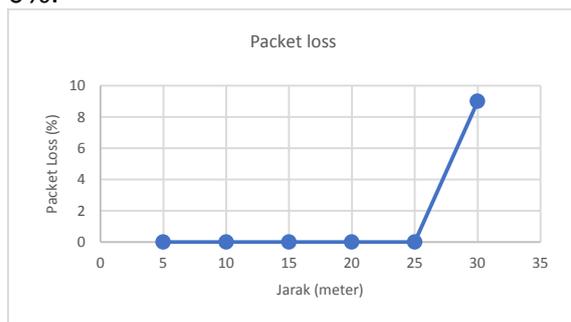
Hasil dari *delay* pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dapat dilihat pada Gambar 6. Besar *delay* yang dihasilkan pada jarak ke-5 meter adalah 3,611 ms dan pada jarak maksimal jaringan *wireless*, yaitu jarak ke-30 meter menghasilkan *delay* sebesar 117,524 ms.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Delay dengan Jarak

###### b. Packet Loss

Hasil dari *packet loss* pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dapat dilihat pada Gambar 7. Besar *packet loss* yang dihasilkan pada jarak ke-5 meter sampai dengan jarak ke-30 meter adalah sebesar 0%.

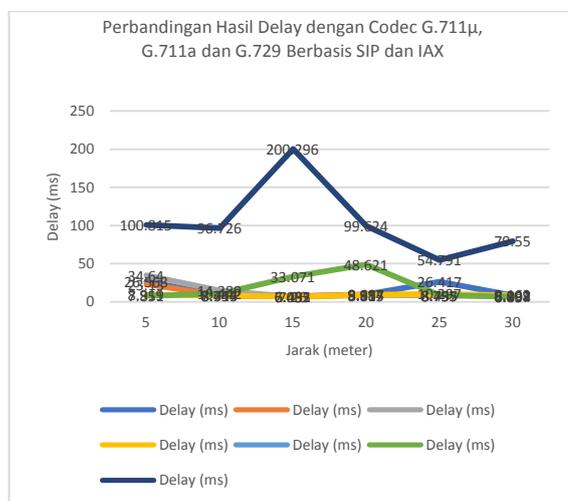


Gambar 7. Grafik Perbandingan *Packet Loss* dengan Jarak

##### 4.1.2 Perbandingan Hasil QoS dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

###### a. Delay

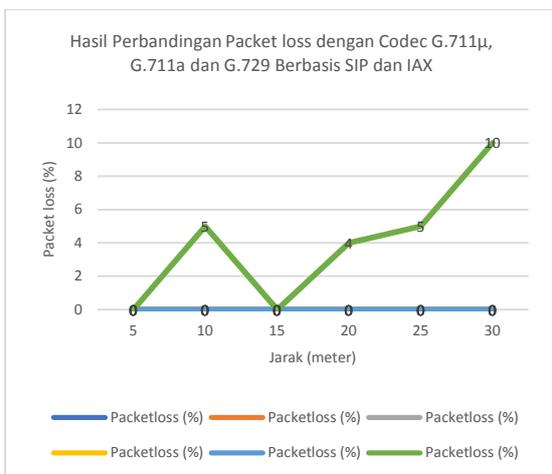
Berdasarkan hasil *delay* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

###### b. Packet loss

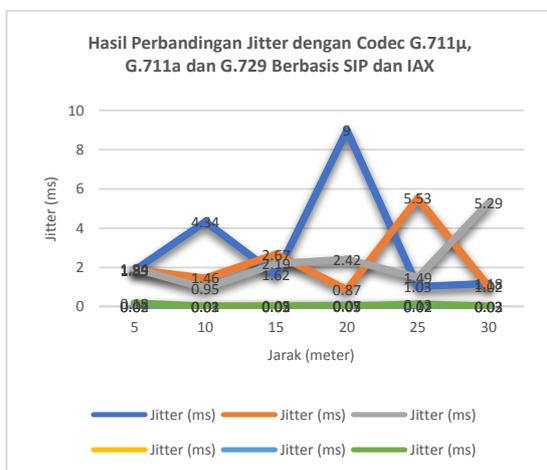
Berdasarkan hasil *packet loss* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan *Packet loss* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

**c. Jitter**

Berdasarkan hasil *jitter* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan *server* SIP dan IAX dapat dilihat seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perbandingan *Jitter* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

**d. Mean Opinion Score (MOS)**

Berdasarkan hasil *MOS* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan *server* SIP dan IAX dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan *MOS* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

No	Jarak (meter)	MOS					
		SIP			IAX		
		G.711 µ	G.711a	G.729	G.711 µ	G.711a	G.729
1.	5	3,5	3,7	3,0	4,2	4,2	1,0
2.	10	4,2	4,2	3,9	4,2	4,1	1,0
3.	15	4,2	4,2	4,2	4,2	3,2	1,0
4.	20	4,2	4,2	4,2	4,2	2,9	1,0
5.	25	3,5	4,2	4,2	4,1	4,2	2,0
6.	30	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	1,1

**4.2 Pembahasan**

**4.2.1 Parameter Jaringan Wireless IEEE 802.11 b**

Pada penelitian ini, alokasi frekuensi yang digunakan yaitu frekuensi 2,4 GHz untuk jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dengan *bit rate* maksimum sebesar 11 Mbps. Untuk melihat parameter jaringan *wireless* 802.11 b, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter IEEE 802.11 b

No.	Statistik	Nilai
		IEEE 802.11b TP Link MR- 3420
1	Receive Sensitivity (dBm)	-62
2	Antenna Gain (dBi)	2
3	Frekuensi Band (GHz)	2,4
4	Tx cable loss (dB)	1
5	Transmit Power (dBm)	27
6	EIRP (dBm)	18

Dalam melakukan perhitungan jarak yang dilakukan saat penelitian agar tidak melebihi jarak yang didapat maka dilakukanlah analisa hasil perhitungan jangkauan jarak yang mengacu pada bab II persamaan 2 dan persamaan 3 pada penelitian yang dilakukan secara LOS (*Line Of Sight*) pada Kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana Sudirman adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 FSL \text{ ( Free Space Loss )} &= Tx \text{ Power} - Tx \text{ cable loss} \\
 &+ Tx \text{ antenna gain} + Rx \text{ antenna gain} - Rx \text{ cable loss} \\
 &- Rx \text{ Sensitivity} - Fade \text{ Margin} \\
 FSL &= 27 - 1 + 2 + 2 - 1 + 62 - 0 = 91 \\
 &20 \log (d) \\
 &= FSL - 92,45 - 20 \log 10 (f) \\
 &= 91 - 92,45 - 20 \log 10 (2,4) \\
 &= 91 - 92,45 - 27,6 \\
 &= -29,05 \\
 \log (d) &= \frac{-29,05}{20} = -1,4525 \\
 d &= 0,035 \text{ km} = 35 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Jarak jangkauan dari jaringan *wireless* yang digunakan adalah kurang lebih 35 meter. Namun secara aktual, jarak jangkauan yang didapat adalah maksimal 30 meter. Kemungkinan terjadi dikarenakan antena yang digunakan pada *wireless* adalah antena omnidireksional (memancar ke segala arah). Walaupun digunakan dengan kondisi *outdoor* dan LOS (*Line Of Sight*), karena memancarkan sinyal ke segala arah, maka refleksi sinyal (pantulan sinyal) akan berpengaruh terhadap jarak.

#### 4.2.2 Delay

Hasil dari *delay* pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dapat dilihat pada Gambar 11. Besar *delay* yang dihasilkan pada jarak ke-5 meter adalah 3,611 ms dan pada jarak maksimal jaringan *wireless*, yaitu jarak ke-30 meter menghasilkan *delay* sebesar 117,524 ms.



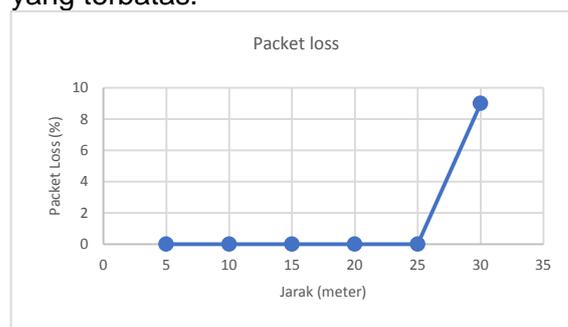
Gambar 11. Grafik Perbandingan Delay dengan Jarak

Pada kondisi jaringan *wireless* menggunakan antena omnidireksional, sinyal yang datang menuju penerima telah

mengalami pantulan dan redaman. Pantulan dan redaman tersebut menyebabkan perubahan fasa dan menimbulkan *delay*. Berdasarkan hasil grafik perbandingan jarak terhadap *delay* pada Gambar 6, dapat disimpulkan bahwa hasil dari *delay* pada jaringan IEEE 802.11 b linier, semakin jauh jarak maka *delay* yang dihasilkan semakin besar. Mengacu pada bab II dengan Tabel 1 menurut standar ITU-T, untuk *delay* (<150 ms) yang dihasilkan pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b termasuk dalam kategori kualitas baik.

#### 4.2.3 Packet Loss

Hasil dari *packet loss* pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b dapat dilihat pada Gambar 12. Besar *packet loss* yang dihasilkan pada jarak ke-5 meter sampai dengan jarak ke-30 meter adalah sebesar 0% yang menandakan bahwa paket yang dikirim, secara keseluruhan dapat diterima pada sisi penerima tanpa adanya paket yang terbuang. *Packet loss* terjadi karena adanya data yang menumpuk pada lajur yang dilewati saat *overload* yang menyebabkan metode *packet* transmisi mengalami kemacetan akibat padatnya trafik data yang dilayani dengan waktu yang terbatas.



Gambar 12. Grafik Perbandingan *Packet Loss* dengan Jarak

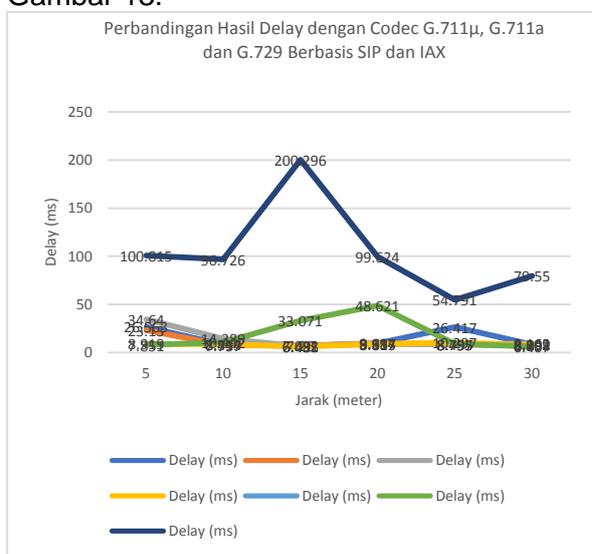
Mengacu pada bab II dengan Tabel 3 menurut standar ITU-T, untuk *packet loss* yang dihasilkan pada jaringan *wireless* IEEE 802.11 b termasuk dalam kategori kualitas baik (<0.5%), namun pada jarak 30 meter, *packet loss* yang dihasilkan termasuk dalam kategori kualitas buruk

(>1.5 %) karena semakin jauh jarak maka *packet loss* yang dihasilkan juga besar.

#### 4.3.1 Perbandingan Hasil QoS dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

##### a. Delay

Berdasarkan hasil *delay* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat pada Gambar 13.

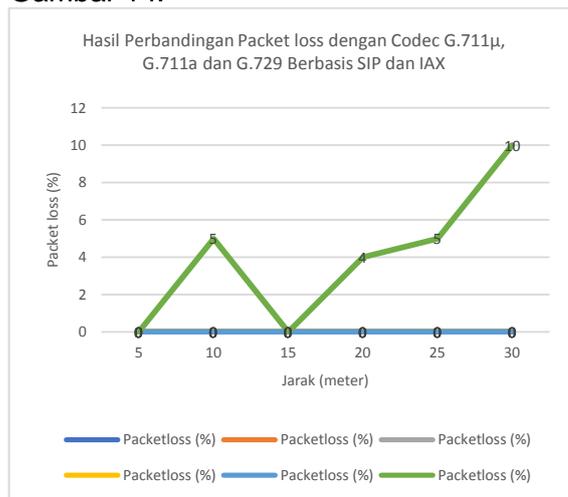


Gambar 13. Grafik dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

Hasil *delay* yang paling baik kualitasnya adalah *codec* G.711a pada server SIP dan *codec* G.711 $\mu$  pada server IAX. Jika mengacu pada teori, *delay* yang paling baik kualitasnya seharusnya pada *codec* G.729 karena *bitrate* pada *codec* G.729 sudah dikompresi menjadi 8 kbps, lebih kecil dibandingkan dengan *codec* G.711a maupun G.711 $\mu$  yang memiliki *bitrate* sebesar 64 kbps. Namun pada penelitian ini, *codec* G.711 memiliki kualitas paling baik. Hal itu dikarenakan *codec* G.711 memiliki *bitrate* yang sesuai dengan standar komunikasi suara, yaitu 64 kbps dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM (*Pulse Code Modulation*).

##### b. Packet loss

Berdasarkan hasil *packet loss* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Perbandingan *Packet loss* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

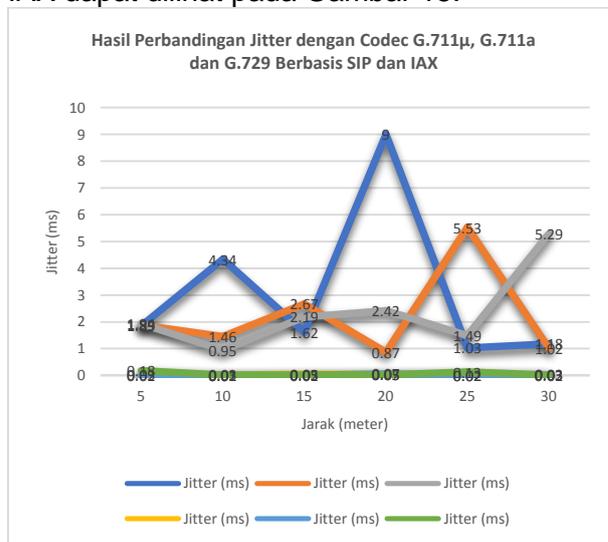
Hasil dari *packet loss* dengan *codec* G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX memiliki hasil yang sama, namun *codec* G.729 pada server IAX menghasilkan *packet loss* yang besar. Hal itu dikarenakan pada saat melakukan proses komunikasi menggunakan *codec* G.729 pada server IAX, suara yang dihasilkan terputus – putus dan menyebabkan *packet loss* pada *codec* G.729 server IAX besar.

*Packet loss* terjadi karena adanya data yang menumpuk pada lajur yang dilewati saat *overload* yang menyebabkan metode *packet* transmisi mengalami kemacetan akibat padatnya trafik data yang dilayani dengan waktu yang terbatas. .

##### c. Jitter

Berdasarkan hasil *jitter* dengan Codec G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan

dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Perbandingan *Jitter* dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

Hasil dari jitter dengan *codec* G.711µ, G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX. Hasil jitter yang paling baik kualitasnya adalah *codec* G.711a pada server SIP dan *codec* G.711µ pada server IAX. Jika mengacu pada teori, jitter yang paling baik kualitasnya seharusnya pada *codec* G.729 karena *bitrate* pada *codec* G.729 sudah dikompresi menjadi 8 kbps, lebih kecil dibandingkan dengan *codec* G.711a maupun G.711µ yang memiliki *bitrate* sebesar 64 kbps. Namun pada penelitian ini, *codec* G.711 memiliki kualitas paling baik. Hal itu dikarenakan *codec* G.711 memiliki *bitrate* yang sesuai dengan standar komunikasi suara, yaitu 64 kbps dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM (*Pulse Code Modulation*).

**d. Mean Opinion Score (MOS)**

Berdasarkan hasil MOS dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX, maka dihasilkan perbandingan dari ketiga *codec* dengan server SIP dan IAX dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan MOS dengan *Codec* G.711µ, G.711a dan G.729 Berbasis SIP dan IAX

No	Jarak (meter)	MOS					
		SIP			IAX		
		G.711 µ	G.711a	G.729	G.711 µ	G.711a	G.729
1.	5	3,5	3,7	3,0	4,2	4,2	1,0
2.	10	4,2	4,2	3,9	4,2	4,1	1,0
3.	15	4,2	4,2	4,2	4,2	3,2	1,0
4.	20	4,2	4,2	4,2	4,2	2,9	1,0
5.	25	3,5	4,2	4,2	4,1	4,2	2,0
6.	30	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	1,1

Hasil dari MOS dengan *codec* G.711µ, G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX. Hasil MOS yang paling baik kualitasnya adalah *codec* G.711a pada server SIP dan *codec* G.711µ pada server IAX.

Jika mengacu pada teori, MOS yang paling baik kualitasnya seharusnya pada *codec* G.729 karena *bitrate* pada *codec* G.729 sudah dikompresi menjadi 8 kbps, lebih kecil dibandingkan dengan *codec* G.711a maupun G.711µ yang memiliki *bitrate* sebesar 64 kbps. Namun pada penelitian ini, *codec* G.711 memiliki kualitas paling baik. Hal itu dikarenakan *codec* G.711 memiliki *bitrate* yang sesuai dengan standar komunikasi suara, yaitu 64 kbps dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM (*Pulse Code Modulation*).

**5. SIMPULAN**

Simpulan yang dapat ditarik dari pada penelitian ini adalah jarak jangkauan dari jaringan *wireless* secara teoritis adalah 35 meter. Namun secara aktual, jarak jangkauan yang didapat adalah maksimal 30 meter. Kemungkinan terjadi dikarenakan antena yang digunakan pada *wireless* adalah antena omnidireksional (memancar ke segala arah). Walaupun digunakan dengan kondisi *outdoor* dan LOS (*Line Of Sight*), karena memancarkan sinyal ke segala arah, maka refleksi sinyal (pantulan sinyal) akan berpengaruh terhadap jarak.

QoS (*Quality of Service*) pada *wireless* IEEE 802.11 b memiliki hasil yang linear, sedangkan QoS pada *wireless* yang terbebani VoIP memiliki hasil fluktuatif karena penggunaan *codec* pada VoIP yang

mana masing-masing *codec* memiliki besar *bitrate* dan teknik pengkodean yang berbeda.

QoS (*Quality of Service*) pada *codec* G.711 $\mu$ , G.711a dan G.729 berbasis SIP dan IAX memiliki hasil fluktuatif yang merupakan ciri dari jaringan nirkabel. Pada hasil penelitian, *codec* G.711 menghasilkan kualitas QoS paling baik. Hal itu dikarenakan *codec* G.711 memiliki *bitrate* yang sesuai standar komunikasi suara (64 kbps) yang berarti suara yang dihasilkan tidak dilakukan teknik kompresi dan menggunakan teknik pengkodean suara yang sesuai dengan teknik pengkodean sinyal digital yaitu teknik PCM (*Pulse Code Modulation*).

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto, Aji. 2006. Tinjauan Teknis Teknologi Perangkat *Wireless* dan Standar Keamanannya. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Vol:11, No:75-83.
- [2] Agung Indra Prasetya, AAN, N. Gunantara, N. dan Sudiarta, P.K.. 2017. Analisis Propagasi Indoor WLAN 802.11g pada Gedung Dishubkominfo Kabupaten Badung. *E-Journal SPEKTRUM* Vol. 4, No. 2 Desember 2017.
- [3] Gunantara, N., Sudiarta, P. K., Prasetya, AAN A. I. Dharma, A. dan Antara, I N. G. 2018. Measurements of the Received Signal Level and Service Coverage Area at the IEEE 802.11 Access Point in the Building. *Journal of Physics Conference Series* Vol. 989
- [4] Irwansyah, E. & Jurike V, M,. 2014. *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta : Deepublish.
- [5] Purbo, W.O. 2006. *Buku Pegangan Internet Wireless dan Hotspot*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [6] McLeod, Raymond. dan Schell, G.P. 2008. *Sistem Informasi Manajemen* edisi 10. Jakarta : Salemba Empat.
- [7] Tharom, Tabratas. 2002. *Teknis dan Bisnis VoIP*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [8] Zein, R.O. 2016. "Analisis Layanan VoIP pada Jaringan MANET dengan Codec yang Berbeda" (tugas akhir). Denpasar: Universitas Udayana.
- [9] Aliwi, H.S.H, Alomari, A.S. dan Sumari, Putra. 2011. An Effective Method For Audio Translation between IAX and RSW Protocols. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* Vol:5, No:11.
- [10] ITU-T. 2003. *SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS*. ITU-T Recommendation G.114.
- [11] ITU-T. 1998. *The E-Model, a computational model for use in transmission planning*. ITU-T Recommendation G.107.
- [12] ITU-T. 1996. *Methods for Subjective Determination of Transmission Quality*. ITU-T Recommendation P.800.
- [13] Manurung, A.F. & Mubarakah, Naemah. 2014. Analisis Link Budget untuk Koneksi Radio Wireless Local Area Network (Wlan) 802.11b dengan menggunakan Simulasi Radio Mobile (Studi Kasus Pada Jalan Kartini Siantar – Ambarisan). *Singuda Ensikom* Vol:7, No:2.