

# ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN CODEC TERHADAP QUALITY OF SERVICE VOIP PADA JARINGAN UMTS

Mahendra Adi Winatha<sup>1</sup>, I G.A.K. Diafari Djuni H.<sup>2</sup>, Pande Ketut Sudiarta<sup>3</sup>

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

Email : [adie.winatha@gmail.com](mailto:adie.winatha@gmail.com)

Email : [adie.winatha@gmail.com](mailto:adie.winatha@gmail.com)<sup>1</sup>, [igakdiafari@ee.unud.ac.id](mailto:igakdiafari@ee.unud.ac.id)<sup>2</sup>, [sudiarta@unud.ac.id](mailto:sudiarta@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* adalah teknologi yang menggunakan media jaringan internet untuk melakukan komunikasi suara jarak jauh secara langsung. Sebagian besar *delay* pada VoIP juga diakibatkan proses pengkodean sinyal analog menjadi sinyal digital yang dikenal dengan istilah *codec*. Pada penelitian ini dilakukan skenario untuk mengetahui *quality of service VoIP* menggunakan *codec G.711*, *codec G.723.1* dan *codec G.729A* yang ditransmisikan pada jaringan UMTS. Parameter skenario yang diamati adalah *end-to-end delay*, *packet loss* dan *jitter*. Skenario dilakukan berdasarkan skenario untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis *codec G.711*, *codec G.723.1* dan *codec G.729A* serta pengaruh penggunaan aplikasi lain seperti *email* dan *file transfer* yang dilakukan dengan membandingkan hasil parameter QoS VoIP antara ketiga *codec* yang diujikan. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa *codec G.729A* lebih baik daripada *codec G.711* dan *G.723.1* jika diamati dari hasil parameter *end-to-end delay*, *packet loss*, dan *jitter*. Hal ini berdasarkan standar ITU-T G.114 dan hasil perhitungan secara teoritis nilai parameter *codec G.729A* paling rendah yaitu 89,37 ms.

**Kata Kunci :** *VoIP (Voice Over Internet Protocol)*, *end-to-end delay*, *jitter*, *packet loss*, *codec*, *G.711*, *G.723.1*, *G.729A*,

## 1. PENDAHULUAN

*Voice Over Internet Protocol (VoIP)* adalah teknologi yang memungkinkan komunikasi suara menggunakan jaringan berbasis IP (*Internet Protocol*). Teknologi ini bekerja dengan cara merubah suara (sinyal analog) menjadi format data *digital* yang dikirimkan melalui jaringan IP. Dalam transmisi suara menggunakan jaringan internet, faktor yang mempengaruhi adalah karakteristik jaringan dan proses pengkodean sinyal. Proses pengkodean sinyal analog menjadi sinyal digital yang dikenal dengan istilah *codec*, dimana setiap *codec* mempunyai *bit rate* serta algoritma pengkodean yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi kualitas suara yang diterima. [1].

Maka diperlukan analisis kinerja *codec G.711*, *G.723* dan *G.729A* serta pengaruh penambahan jumlah *user* terhadap QoS dari layanan VoIP hingga hasil dari skenario dapat dijadikan acuan dalam perencanaan dan implementasi layanan VoIP pada jaringan UMTS. agar dapat digunakan lebih efisien sehingga

dapat memenuhi kebutuhan dari aplikasi yang digunakan. [2]

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Voice Over Internet Protocol (VoIP)

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan paket suara dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan perantara protokol IP. Teknologi ini membawa sinyal suara *digital* dalam bentuk paket data dengan protokol IP. Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*. [3]

### 2.2.1 Bitrate VoIP per-call

Kebutuhan *bitrate* untuk melakukan panggilan VoIP untuk tiap *codec* berbeda-beda. Perhitungan awal adalah menghitung total *header* serta *payload size*. [2] Kebutuhan *bitrate* per call setiap *codec* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut :

$$Total\ Bitrate = ([Layer\ 2\ Overhead + IP/UDP/RTP\ Overhead + Sample\ Size] / Sample\_Size) * Codec\_Speed \dots\dots\dots(1)$$

Parameter total header :

- o Header IP/UDP/RTP = 40 bytes.
- o Layer\_2\_Overhead = 5 bytes.

**2.3 Codec G.711, G.723.1 dan G.729A**

G.711 adalah suatu standar internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik *Pulse Code Modulation* (PCM) dalam pengiriman suara. Bitrate 64 kbps ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital.

G.723.1 adalah salah satu *codec* audio yang memiliki delay total algoritmik 37,5 ms . Nama resminya adalah dual tingkat *speech coder* untuk komunikasi multimedia transmisi sebesar 5,3 dan 6,3 kbit /s .

G.729A merupakan pengkodean suara jenis CS-CELP (*Conjugate-Structure algebraic code-excited Linear Prediction*) dengan hasil kompresi pada 8 kbps. *Coder* ini didisain untuk beroperasi dengan sinyal digital yang dicapai dengan *filter bandwidth* telepon yang menggunakan sinyal output analog. [4]

**2.4 Parameter Quality of Service VoIP**

Secara umum ada beberapa parameter penting yang mempengaruhi Quality of Service (QoS) layanan suara pada jaringan VoIP. Parameter ini dijadikan Gambaran ukuran kinerja dari suatu jaringan VoIP antara lain:

**2.4.1 Packet Loss**

*Packet loss* adalah jumlah paket yang hilang dalam suatu proses pengiriman. Pada Tabel 1 berisi tentang standar persentase dari *packet loss*. [5]

Tabel 1. Standar packet loss VoIP (5)

Packet Loss	Kategori
0-1	Baik
1-5	Sedang
> 10	Buruk

**2.4.2 Delay (latency)**

Kualitas suara dari VoIP dipengaruhi oleh *delay*. Berikut ini merupakan standar nilai *end-to-end delay* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.[5]

Tabel 2. Standar end-to-end delay (ms) VoIP (5)

Delay (ms)	Kategori	Keterangan
0 - 150	Baik	Dapat diterima untuk kebanyakan aplikasi pengguna
150 - 250	Sedang	Masih dapat diterima jika <i>administrator</i> telah mengetahui akibat waktu dari <i>transmisi</i> pada QoS aplikasi pengguna
> 300	Buruk	Tidak dapat diterima untuk perencanaan rancangan jaringan.

**2.4.3 Jitter**

*Jitter* merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima.. Pada Tabel 3 dapat dilihat standar jitter pada komunikasi VoIP.[5]

Tabel 3. Standar jitter (ms) VoIP (5)

Jitter (ms)	Kategori
0-20	Baik
20-50	Sedang
>50	Buruk

**2.4.4 End-to-end delay**

Parameter *end-to-end delay* merupakan parameter *delay* yang terjadi mulai dari pembicara mengeluarkan suara sampai suara tersebut didengar oleh pendengar.[5] Parameter *end-to-end* dapat dihitung dengan persamaan 2

$$T_{e2e} = T_{CD} + T_{PD} + T_{QD} + T_{SER} + T_{ND} + T_{DJD} + T_{DCD} [ms] \dots\dots\dots(2)$$

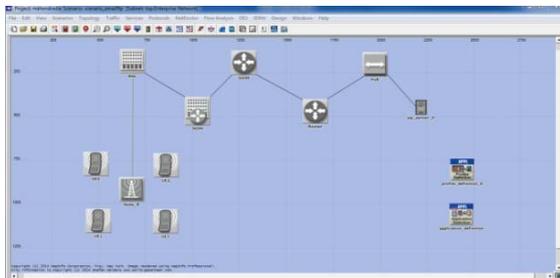
Dimana :

- $T_{e2e}$  = *delay end-to-end* [ms]
- $T_{CD}$  = *delay coder* [ms]
- $T_{PD}$  = *delay packetization* [ms]
- $T_{SER}$  = *delay serialization* [ms]
- $T_{ND}$  = *delay network* [ms]
- $T_{QD}$  = *delay queuing* [ms]
- $T_{DJD}$  = *delay de-Jitter* [ms]
- $T_{DCD}$  = *delay decompression* [ms]

**3. METODE PENELITIAN**

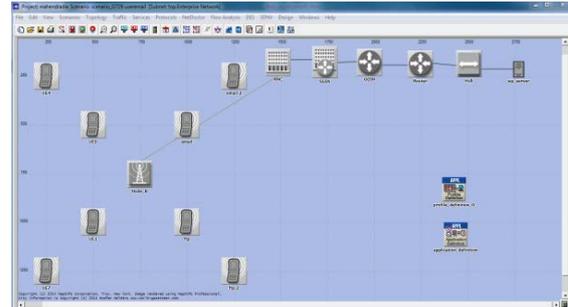
**3.1 Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini digunakan tiga skenario. Pada skenario I dilakukan skenario untuk mengetahui pengaruh penggunaan *codec* G.711, G 7.23 dan *codec* G.729A terhadap parameter *quality of service* VoIP, sehingga nantinya dapat diketahui kualitas masing-masing *codec* dan disimulasikan pada jaringan UMTS menggunakan SIP *protocol*. Pada Gambar 1 dapat dilihat pemodelan topologi skenario 1.



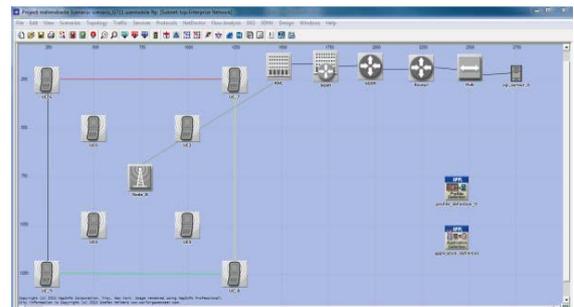
Gambar 1. Pemodelan topologi untuk *project 4 user (voip,ftp danemail)* pada simulator Opnet Modeler 14.5

Pada skenario I diujikan menggunakan satu model topologi jaringan yaitu topologi dengan menggunakan 1 *Node B* dengan *user* berjumlah 4 yang menggunakan layanan VoIP, *file transfer* dan *email*. Pada skenario II menggunakan satu model topologi jaringan dengan 1 *Node B* dengan 8 *user* diam yang menggunakan layanan VoIP, *file transfer* dan *email*. Pada skenario II ini juga menggunakan perubahan *codec* yang sama seperti skenario I. Pada Gambar 2 dapat dilihat pemodelan dari skenario 2.



Gambar 2. Pemodelan topologi untuk *project voip fixed* pada simulator Opnet Modeler 14.5

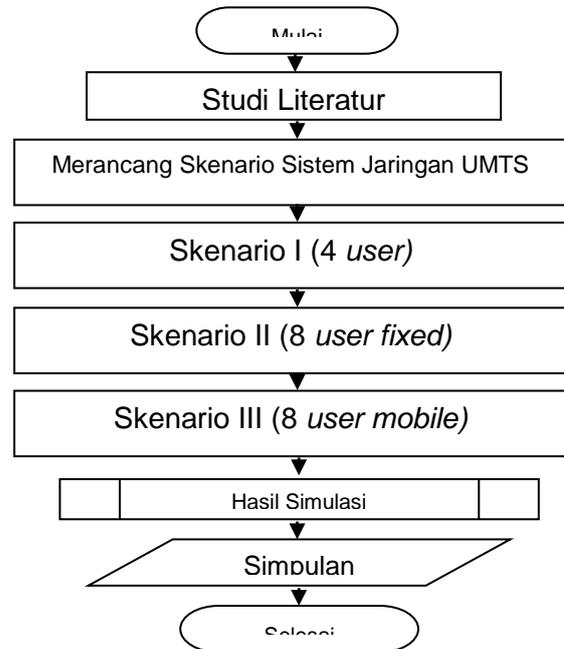
Pada skenario III sama seperti skenario II tapi pada skenario ini *user* bergerak dengan kecepatan 2m/s. Pada Gambar 3 dapat dilihat pemodelan topologi skenario 3.



Gambar 3. Pemodelan topologi untuk *project voip mobile* pada simulator Opnet Modeler 14.5

**3.2 Alur Analisis**

Alur analisis (*flowchart*) yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Analisis

### 3.3 Spesifikasi Software

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam mendukung penelitian antara lain:

1. Microsoft Windows 7
2. Microsoft Visual Studio 2005
3. Simulator Opnet Modeler 14.5 dengan minimum *system requirement* sebagai berikut:
  - a. RAM : 512 MB
  - b. *Free harddisk* : 3 GB
  - c. *Compiler* : Microsoft Visual C++ 6.x, Visual Studio NET 2003, atau Visual Studio 2005

## 4. Analisis dan Pembahasan

### 4.1 Perhitungan teoritis kebutuhan bitrate codec G.711, codec G.729A dan codec G.723.1

Perhitungan teoritis ini berdasarkan dengan persamaan 1 dan sebagai contoh perhitungan digunakan codec G.711. (1)

$$\begin{aligned}
 \text{Total\_Bitrate} &= ([5 + 40 + 160] / 160) * 64.000 \\
 &= (205/160) * 64.000 \\
 &= 1,281 * 64.000 \\
 &= 81.984 \text{ bps} \\
 &= 81,98 \text{ kbps}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan codec G.729A dan G.723.1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan teoritis kebutuhan bitrate codec

codec G.711	codec G.729A	codec G.723.1
81,98 kbps	26 kbps	18,11 kbps

### 4.2 Perhitungan End-to-end delay secara teoritis

Perhitungan *end-to-end delay* untuk codec G.711 yang menggunakan persamaan 2. (2)

$$\begin{aligned}
 T_{e2e} &= 13,75 \text{ ms} + 0,0024 \text{ ms} + 30 \text{ ms} \\
 &\quad + (4,72) \text{ ms} + 2,04 \text{ ms} \\
 &\quad + 40 \text{ ms} + 1 \text{ ms} \\
 T_{e2e} &= 91,51 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan codec G.729A dan G.723.1 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan teoritis *end-to-end delay* codec

<i>end-to-end delay</i> g.711	<i>end-to-end delay</i> G.729A	<i>end-to-end delay</i> g.723.1
91,51 ms	89,37	92,002 ms

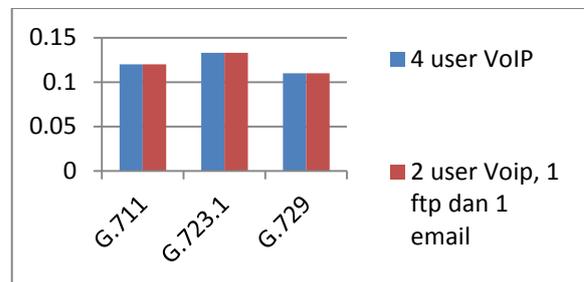
## 4.3 Hasil Simulasi

### 4.3.1 Skenario I

Pada skenario ini menggunakan 4 buah *user fixed* yang menggunakan 3 jenis *codec* yang berbeda serta penambahan layanan 1 aplikasi *file transfer* dan *email*.

#### 4.3.1.1 End-to-end delay

Pada gambar 5 menunjukkan hasil perbandingan nilai *end-to-end delay* 4 *user VoIP* dengan 2 *user VoIP*, 1 *ftp* dan 1 *email*.

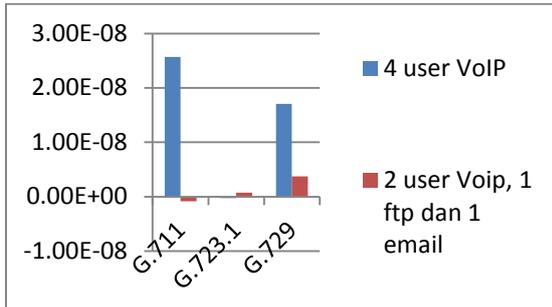


Gambar 5. Grafik *end-to-end delay* 4 *user* (*voip*, *ftp* dan *email*)

Jika diamati keseluruhan hasil parameter *end-to-end delay* semua *codec* untuk *codec* G.711, G.729A dan *codec* G.723.1 pada skenario menggunakan Opnet Modeler 14.5, bahwa *codec* G.729A pada skenario 4 *user VoIP* dengan nilai 0,1099766 ms lebih baik dibandingkan *codec* G.711 dan *codec* G.723.1. Nilai *end-to-end delay* *codec* G.729A lebih baik karena berdasarkan perhitungan secara teoritis memiliki nilai paling kecil yaitu sebesar 89,37ms disamping itu berdasarkan standar ITU-T rekomendasi G.114 untuk layanan *end-to-end delay voice*, maka kualitas *codec* G.711, G.729A dan *codec* G.723.1 pada skenario dengan jumlah 4 *user* masih cukup baik untuk melakukan komunikasi VoIP karena nilainya masih dibawah 150 m.

**4.3.1.2 Voice jitter**

Pada gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan nilai jitter 4 user VoIP dengan 2 user VoIP, 1 ftp dan 1 email.

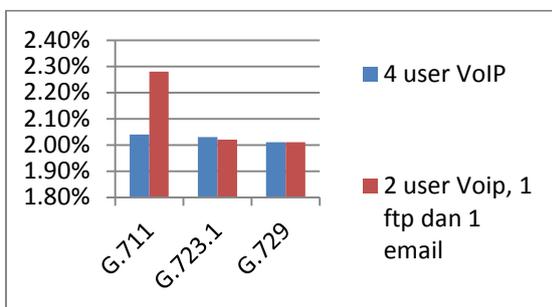


Gambar 6. Grafik jitter 4 user (voip,ftp dan email)

Dilihat secara keseluruhan hasil jitter pada skenario dapat disimpulkan bahwa nilai jitter codec G.729A masih lebih kecil dibandingkan codec G.711 dan codec G.723.1. Semakin kecil nilai jitter maka komunikasi VoIP akan semakin bagus. Nilai minus pada jitter yang terjadi akibat adanya gangguan paket sehingga jarak antara 2 paket tidak sama, jika delay waktunya lebih banyak maka jitter akan bernilai positif, jika delay waktunya lebih sedikit maka nilai jittersnya negatif.

**4.3.1.3 Packet loss**

Pada gambar 7 dibawah ini menunjukkan hasil perbandingan nilai packet loss 4 user VoIP dengan 2 user VoIP, 1 ftp dan 1 email.



Gambar 7. Grafik packet loss 4 user (voip,ftp dan email)

Jika diamati keseluruhan hasil parameter packet loss semua frame size untuk codec G.711, G.729A dan codec G.723.1 pada skenario menggunakan Opnet Modeler 14.5, maka dapat disimpulkan bahwa codec G.729A lebih

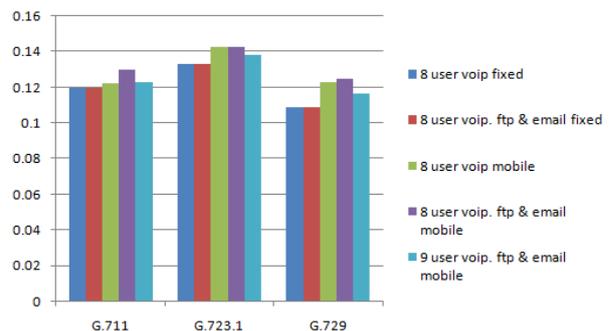
baik dibandingkan codec G.711 dan codec G.23.1, karena nilai parameter packet lossnya rata-rata 2.01%.

**4.3.2 skenario II dan III.**

Pada skenario ini menggunakan 8 buah user fixed dan mobile yang menggunakan 3 jenis codec yang berbeda serta penambahan layanan 4 aplikasi file transfer dan email.

**4.3.2.1 End-to-end delay**

Pada Gambar 8 menunjukkan perbandingan nilai parameter end-to-end delay antara skenario user fixed dan user mobile untuk 8 user VoIP, email dan file transfer.

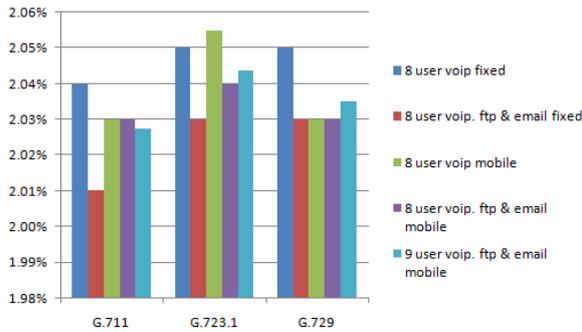


Gambar 8. Perbandingan end-to-end delay VoIP

Dari hasil skenario menunjukkan nilai rata-rata end-to-end delay, jika dibandingkan secara menyeluruh nilai parameter end-to-end delay voip yang paling kecil adalah codec G.729A dengan 8 user voip fixed yaitu sebesar 0,1099894s . Berdsarkan perhitungan codec G.729A memiliki nilai end-to-end delay paling rendah yaitu 89,37 ms, dan untuk nilai persentase terbaik yaitu codec G.723.1 dengan persentase sebesar 0,1437454s pada skenario 8 user voip mobile.

**4.3.2.2 Packet loss**

Pada Gambar 9 menunjukkan perbandingan nilai parameter packet loss antara skenario antara skenario user fixed dan user mobile untuk 8 user VoIP, email dan file transfer.

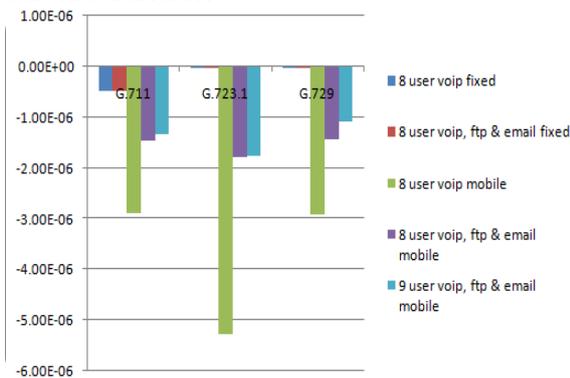


Gambar 9. Perbandingan packet loss VoIP

Dari hasil skenario menunjukkan nilai rata-rata *end-to-end delay*, jika dibandingkan secara menyeluruh nilai parameter *end-to-end delay voip* yang paling kecil adalah *codec G.729A* dengan *8 user voip fixed* yaitu sebesar  $0,1099894s$ . Berdasarkan perhitungan teoritis *codec G.729A* memiliki nilai *end-to-end delay* paling rendah yaitu  $89,37 ms$ , dan untuk nilai persentase terbaik yaitu *codec G.723.1* dengan persentase sebesar  $0,1437454s$  pada skenario *8 user voip mobile*. Berdasarkan standar ITU-T rekomendasi G.114 untuk layanan *end-to-end delay voice*, maka kualitas *codec G.711, G.729A* dan *codec G.723.1* pada skenario dengan jumlah *8 user* masih cukup baik untuk melakukan komunikasi VoIP karena nilainya masih dibawah  $150 ms$

#### 4.3.2.3 Voice jitter

Pada Gambar 10 menunjukkan perbandingan nilai parameter *voice jitter* antara skenario antara skenario *user fixed* dan *user mobile* untuk *8 user VoIP, email dan file transfer*.



Gambar 10. Perbandingan jitter VoIP

Dari hasil skenario menunjukkan nilai rata-rata *jitter*. jika dibandingkan secara menyeluruh nilai parameter *jitter voip* yang paling kecil adalah *codec G.723.1* dengan *8 user voip fixed* yaitu sebesar  $3,362 \times 10^{-10}s$ . dan untuk nilai persentase terbaik yaitu *codec G.729A* dengan persentase sebesar  $5,364 \times 10^{-9}s$  pada skenario *8 user voip fixed*. Nilai *jitter* yang negatif disebabkan karena adanya gangguan paket sehingga *delay* waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket lebih sedikit, sehingga nilai *jitter*nya negatif, begitu juga sebaliknya jika *delay* waktunya lebih banyak maka nilai *jitter* yang dihasilkan menjadi positif. Nilai *jitter* yang parabolik tergantung dari model *path loss, user* dan layanan aplikasi yang digunakan. Berdasarkan standar ITU-T untuk parameter *jitter* layanan *voice*, maka nilai *jitter codec G.711, G.723.1* dan *G.729A* masih tergolong sangat baik karena nilainya masih dibawah  $50 ms$ .

#### 5. SIMPULAN

Dari simulasi yang sudah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Untuk pengaruh variasi *codec G.711, G.729A* dan *G.723.1* yang dilakukan pada *4 user* yang berkomunikasi VoIP dan disisipkan *file transfer* dan *email*, jika diamati dari parameter *end-to-end delay, packet loss* dan *jitter codec G.729A* lebih baik daripada *codec G.711* dan *G.723.1*. Semuanya masih sesuai standar ITU-T, tetapi untuk *codec G.729A* lebih baik daripada *codec G.711* dan *G.723.1* yang digunakan dalam skenario yang sama.
2. Dari hasil skenario skenario *fixed* dan *mobile* dapat disimpulkan bahwa *codec G.729A* lebih baik dibandingkan *codec G.711* dan *codec G.723.1* jika diamati dari parameter *end-to-end delay, packet loss* dan *jitter*. Hal ini berdasarkan perhitungan secara teoritis tentang *end-to-end delay* masing-masing *codec*. Hasil perhitungan secara teoritis nilai parameter *codec G.729A* paling rendah yaitu  $89,37 ms$ . Semuanya masih sesuai standar ITU-T, tetapi untuk *codec G.729A* lebih baik daripada

codec G.711 dan G.723.1 yang digunakan dalam skenario yang sama.

## **6 DAFTAR PUSTAKA**

- [1] William C. Hardy. 2003. **VoIP Service Quality**. United States of America : McGraw-Hill.
- [2] Cisco. 2005. **Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption**..... Cisco Systems, Inc.
- [3] Davidson J. 2000. **Voice over IP Fundamentals**. United States of America : Cisco Press.
- [4] ITU-T Recommendation G.191 (1996), **Software tools for speech and audio coding standardization**.
- [5] ITU-T G.114. 2003. **One-way transmission time**. France : International Telecommunication Union