

PENGARUH PENGGUNAAN CODEC STANDART ITU G.729 TERHADAP SISTEM KOMUNIKASI VOIP

Wahyu Adi Prijono

Abstract: *Voice over Internet Protocol (VoIP) is a technology that is capable of passing voice traffic, in the form of packets through the network Internet Protocol (IP). IP network itself is a data communications network based packet-switch. The voice signal before experiencing bundled voice coding or format conversion of sound into digital form that can be passed over an IP network. Telephony, Internet telephony, or termed VoIP (Voice Over Internet Protocol). This communication system use VoIP (Voice over Internet Protocol), ie voice calls over data services (internet). This communication was developed using Android-based devices. Based on characteristics, android devices are open source, so users do not need to have a license to be able to have android-based devices. In addition, the android device that must be connected to a SIP (Session Iniation Protocol) is a data service that can be done with a paid subscription of the user of the operator using a conventional pulse. Telecommunications designed will use a hybrid system, the merger between VoIP communications with data communications GSM network. With basic calculations where Coding standards G 729, is a standard that can be used for voice communication system through data networks with rate of 8 Kbps. The implementation of the G729 codec is effect on communication systems VOIP.*

Keywords: *Performance, VoIP, Telecommunication, codec.*

Abstrak: *Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara, yang berbentuk paket melalui jaringan Internet Protocol (IP). Jaringan IP sendiri merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis packet-switch. Sinyal suara sebelum dipaketkan mengalami voice coding atau pengubahan format suara ke dalam bentuk digital agar dapat dilewatkan melalui jaringan IP. Telephony, Internet Telephony, atau diistilahkan VoIP (Voice Over Internet Protocol). Sistem Komunikasi ini dapat menggunakan VoIP (Voice over Internet Protocol), yaitu panggilan suara melalui layanan data (internet). Komunikasi ini dikembangkan dengan menggunakan perangkat berbasis android. Perangkat android dipilih karena sifatnya yang open source, sehingga pengguna tidak perlu memiliki lisensi untuk dapat memiliki perangkat berbasis android. Selain itu, perangkat android yang digunakan harus terhubung ke SIP (Session Iniation Protocol) yaitu layanan data yang dapat dilakukan dengan berlangganan secara berbayar dari operator pengguna dari pada menggunakan pulsa konvensional. Telekomunikasi yang didesain akan menggunakan sistem hybrid, penggabungan antara komunikasi VoIP dengan komunikasi data jaringan GSM. Dengan perhitungan mendasar dimana standar pengkodean G 729, adalah standart yang dapat digunakan untuk system komunikasi suara melalui jaringan data/ dengan rate 8 Kbps. Dengan penerapan codec G 729 berpengaruh pada performasi system komunikasi VOIP.*

Kata Kunci: *Performance, VoIP, Telekomunikasi, codec.*

Komunikasi dapat menggunakan VoIP (*Voice over Internet Protocol*), yaitu panggilan suara melalui layanan data (internet). Komunikasi ini dikembangkan dengan menggunakan perangkat berbasis android. Perangkat android dipilih karena sifatnya yang *open source*, sehingga pengguna tidak perlu memiliki lisensi untuk dapat memiliki perangkat berbasis android. Selain itu, perangkat android yang digunakan harus terhubung ke SIP (*Session Iniation Protocol*) yaitu layanan data yang dapat dilakukan dengan berlangganan secara berbayar dari operator pengguna dari pada menggunakan pulsa konvensional.

ITU-T (*International Telecommunication Union Telecommunication Sector*) membuat beberapa standar untuk *voice coding* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Tata aturan G.711 adalah suatu standar internasional untuk kompresiaudio dengan menggunakan teknik *Pulse Code Modulation (PCM)* dalam

pengiriman suara. Standarini, seperti dalam tabel 2.1, banyak digunakan oleh operator telekomunikasi sebagai standar dalam pengkodean suara analog menjadi digital.

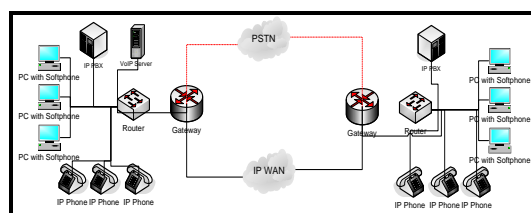
Permasalahan yang telah diuraikan diatas , maka pada penelitian ini ditekankan pada masalah , Pengaruh penggunaan cpdec G 729 Pada Sistem Komunikasi VOIP. Dan penggunaan codec standart G 729 terhadap kinerja system komunikasi VOIP. Kegiatan penelitian ini paling utama yang ingin dicapai adalah dalam aplikasi pemakaian srandard kompresi codec G 729 pada system komunikasi VOIP . Aplikasi yang dimaksud adalah efektifitas hasil dari pemakain Standart codec tersebut. Yang diharapkan dapat menambah kapasitas system komunikasi berbasis VOIP.

Tinjauan Pustaka

Dalam dasar teori ini akan dibahas tentang VoIP, SIP, *Voice Coding* VoIP, PPP dan tarif *international roaming*.

VoIP

Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara, yang berbentuk paket melalui jaringan Internet Protocol (IP). Jaringan IP sendiri merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis packet-switch. Sinyal suara sebelum dipaketkan mengalami voice coding atau pengubahan format suara ke dalam bentuk digital agar dapat dilewatkan melalui jaringan IP. IP Telephony, Internet Telephony, atau diistilahkan VoIP (Voice Over Internet Protocol) merupakan teknologi yang memanfaatkan IP (Internet Protocol) untuk menyediakan komunikasi suara secara real-time.

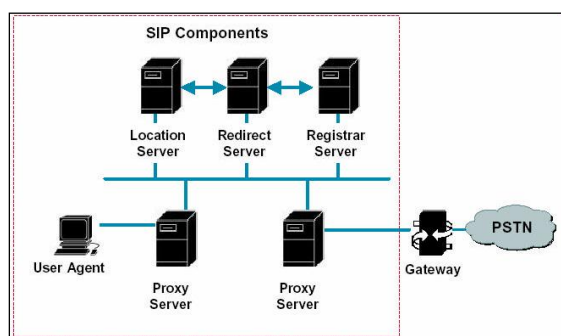


Gambar 1. Jaringan VoIP secara Umum

Sumber: Sinnreich, Henry, 2006: 25

Session Internet Protocol (SIP)

SIP (Session Initiation Protocol) merupakan protokol lapis aplikasi yang direkomendasikan oleh IETF (Internet Engineering Task Force). Arsitektur SIP merupakan lingkungan pembentuk layanan berbasis SIP yang terdistribusi dan scalable. Selain itu, hal ini dapat diintegrasikan dengan protocol standart IETF lainnya untuk membuat suatu aplikasi yang berbasis SIP. Konsep arsitektur SIP ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kedudukan Protokol SIP

Sumber: Johnston, Alan B, 2001: 48

Voice Coding VoIP

ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Sector) membuat beberapa standar untuk voice coding yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Tata aturan G.711 adalah suatu standar internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik Pulse Code Modulation (PCM) dalam pengiriman suara. Standar ini, seperti dalam table 1, banyak digunakan oleh operator telekomunikasi sebagai standar dalam pengkodean suara analog menjadi digital.

Tabel 1. Teknik Kompresi Standar ITU-T

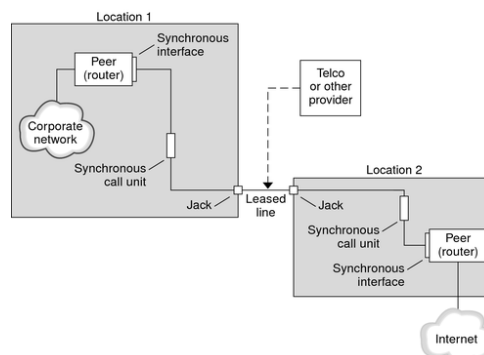
Teknik Kompresi	Bit Rate (kbps)	Sample/ Frame Size (ms)	Ukuran Voice Payload (Bytes)	Frame/Paket	MOS
G.711	64	20	160	1	4.1
G.726	32	20	80	1	3.85
G.728	16	2.5	60	4	3.61
G.729	8	10	20	2	3.92
G.723.1a	6.3	30	24	1	3.9
G.723.1b	5.3	30	20	1	3.65

Sumber: [http:// www.newport-networks.com/VoIP-Bandwidth.pdf](http://www.newport-networks.com/VoIP-Bandwidth.pdf)

Point-toPoint Protocol (PPP)

Point-to-Point Protocol (PPP) merupakan suatu protocol data link yang menjadi bagian dari protocol TCP/IP. Protokol ini menggambarkan bagaimana data ditransmisikan antara dua mesin end point melalui media komunikasi seperti saluran telepon.

Konfigurasi PPP terbagi menjadi dua, yaitu switched-access atau konfigurasi dial-up, dan hardwired atau konfigurasi leased-line. Pada konfigurasi leased-line, seperti dalam gambar 3., PPP melibatkan dua buah peer yang saling terhubung satu sama lain. Jalur ini terdiri dari switched atau layanan digital unswitched yang disewa dari penyedia dan biasanya terhubung ke ISP atau situs kecil lainnya. Pada jalur ini juga, pelayanan akan selalu terhubung antar peer, kecuali jika administrator sistem atau daya sistem mengalami kegagalan. Konfigurasi leased-line menggunakan komunikasi sinkron dan asinkron, dengan penambahan unit sinkron yang umum seperti sistem SPARC (Scalable Processor Architecture).

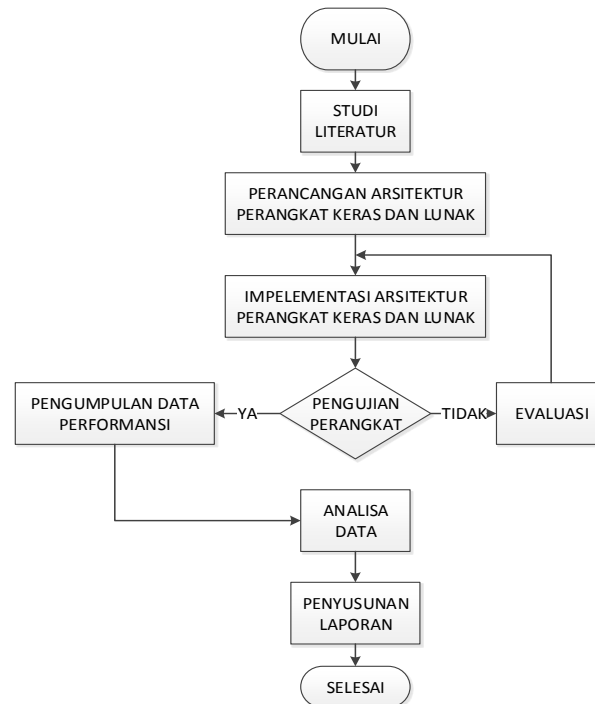


Gambar 3. Dasar Konfigurasi *Leased Line*

Sumber: Oracle.com

METODE

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan direpresentasikan dalam gambar 4 berikut :



Gambar 4. Diagram Alir Metodologi

Studi Literatur

Kajian pustaka terkait teori penunjang sampai implementasinya dilakukan pada tahap ini dengan menggunakan buku-buku teks pendukung, jurnal IEEE, hasil-hasil penelitian sebelumnya, rekomendasi ITU-T dan bahan-bahan lainnya yang memiliki hubungan dengan penelitian ini. Jenis data yang digunakan dalam penyusunan Penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer berupa pengukuran secara langsung terhadap perancangan sistem, berupa perancangan *server* VoIP berbasis SIP dengan codec G.729, agar sistem dapat beroperasi untuk komunikasi data dengan kompresi G.729.

Data Sekunder

Data sekunder berupa studi literatur yang diambil dari buku teks, jurnal, internet, standart, maupun data dari sumber lain yang berhubungan dengan perancangan *server* VoIP berbasis SIP dengan codec G.729, agar sistem dapat beroperasi untuk komunikasi data dengan kompresi G.729.

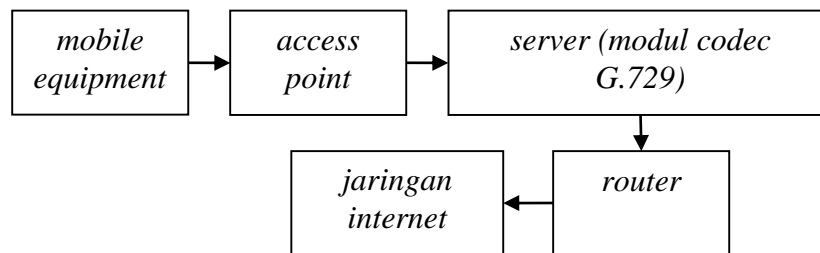
- Mobile Phone
Meliputi pengertian, dan teknik pengaturan jaringan pada perangkat yang digunakan dalam pengujian.
- VoIP
Meliputi pengertian, konfigurasi jaringan dari penerapan sistem mobile VOIP berbasis SIP dengan codec G.729.
- Access Point
Meliputi fungsi, spesifikasi, pengaturan serta pengoperasian Access Point yang digunakan.

Selain itu, data sekunder dapat berupa spesifikasi perangkat keras, spesifikasi perangkat lunak, maupun data-data pendukung lainnya.

Perancangan Arsitektur Sistem

• Perancangan Blok Diagram

Perancangan blok diagram ini digunakan sebagai acuan untuk perancangan server VoIP berbasis SIP dengan codec G.729, agar sistem dapat beroperasi untuk komunikasi data dengan kompresi G.729. Blok diagram yang disusun terdiri dari *mobile equipment*, *access point*, *server (modul codec G.729)*, *router*, jaringan internet (gambar 3.2).



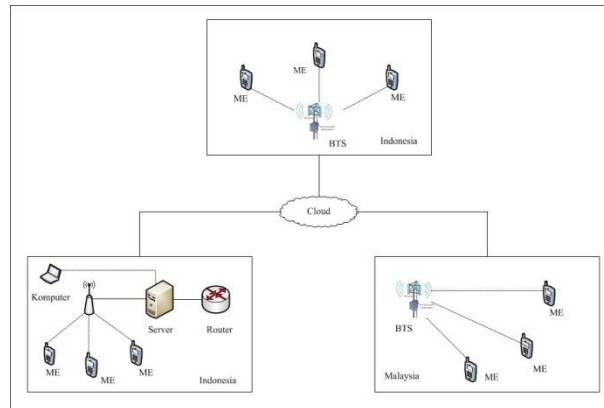
Gambar 5. Blok diagram perancangan server VoIP berbasis SIP dengan codec G.729.

Sumber: Perancangan

• Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem dilakukan dengan menentukan spesifikasi dan fungsi pada masing-masing perangkat untuk membentuk sistem tersebut yang meliputi :

- Perancangan dan penentuan spesifikasi *mobile equipment* sebagai perangkat bergerak milik *user* pada layanan VoIP.
- Perancangan dan penentuan spesifikasi komputer (PC) sebagai modul codec G.729 dan server pada layanan VoIP.
- Perancangan dan penentuan spesifikasi Kabel UTP dan Konektor RJ-45 sebagai media transmisi dalam layanan VoIP.
- Perancangan dan penentuan spesifikasi NIC sebagai menghubungkan antara komputer dan media transmisi yang digunakan.
- Perancangan dan penentuan spesifikasi *access point* sebagai penghubung setiap client untuk membentuk jaringan VoIP.
- Perancangan dan penentuan spesifikasi *router* sebagai pengatur pengalamatan jaringan VoIP agar terhubung ke jaringan internet.
- Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengacu pada spesifikasi yang dibutuhkan sistem. Untuk perancangan perangkat keras dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Pembuatan blok diagram perangkat keras.
 - Perancangan perangkat keras dari masing-masing blok yang meliputi perencanaan dan penentuan spesifikasi yang saling mendukung untuk membangun sistem yang telah dirancang.
 - Menggabungkan beberapa blok menjadi keseluruhan sistem yang direncanakan.
 - Dalam bagian ini dirancang perangkat keras yang mendukung dalam satu kesatuan blok diagram yang telah direncanakan seperti gambar 3.3 berikut :



Gambar 6. Perancangan perangkat keras sebagai voice scrambler pada jaringan VoIP.

Sumber: Perancangan

- **Perancangan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak dirancang untuk menjalankan dan menghubungkan suatu perangkat keras tertentu dengan perangkat keras lainnya. Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini difokuskan pada pengompresian data *voice* pada VoIP dengan menggunakan modul *algoritma codec G.729* sebagai kompresor data agar didapat bandwidth kanal suara yang hemat. Perancangan perangkat lunak yang diperlukan yaitu :

- Perancangan *algoritma codec G.729*.
- Perancangan client dan server pada jaringan VoIP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kegiatan yang dilaksanakan

a. Survey tempat Objek

Kegiatan yang telah dilakukan antara lain mengidentifikasi jenis server yang digunakan untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam pengaplikasian VoIP. Hasil dari survey didapatkan beberapa spesifikasi sistem yang diperlukan terutama koding yang digunakan dalam pengolahan suara yaitu *codec G.729*.

b. Studi Literatur

Pada kegiatan ini dilakukan kajian literatur sehubungan temuan masalah yang diperoleh dari hasil survey, terkait dengan peralatan yang akan dirancang. Dalam kegiatan ini dilakukan pencarian literatur di perpustakaan, secara manual, maupun secara elektronik melalui internet. Hasil yang diperoleh berupa jenis rangkaian server beserta rak yang diperlukan, komponen yang digunakan, rak server, serta karakteristik jenis server dan perangkat yang digunakan.

c. Perancangan Alat

Kegiatan yang dilakukan adalah perancangan hardware, perancangan software, serta instalasi (implementasi) rangkaian dan tempat (rak) server. Rincian kegiatan yang telah dilaksanakan yaitu :

- **Perencanaan Hardware**

Dalam kegiatan ini yang dilakukan adalah perencanaan hardware mekanik, elektrik dan elektronik, meliputi :

- **Perencanaan Hardware Mekanik**

Dilakukan penentuan dimensi tempat (rak) untuk peletakan server serta tata letak peralatan elektrik agar perangkat dapat bekerja secara maksimal.

- **Perencanaan Hardware Elektrik**

Kegiatan yang dilakukan adalah penentuan tata letak peralatan elektrik, terminal, serta penentuan letak soket dan konektor.

- **Perencanaan *Hardware* Elektronik**

- ***Perencanaan Software***

Dalam kegiatan ini, perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini diinstal suatu perangkat lunak tertentu agar dapat beroperasi sesuai harapan. Kegiatan yang telah dilakukan adalah penanaman software linux debian (trixbox) dalam perangkat server. Selain itu, telah dilakukan penginstalan zoiper VoIP di perangkat android sebagai client. Kemudian, telah dilakukan penginstalan software mikrotik dalam perangkat router.

- **Perencanaan Instalasi**

Penggabungan antar perangkat keras satu dengan yang lain agar tersinergi menjadi suatu sistem operasional komunikasi hemat yang menggunakan codec G.729. Penggabungan ini telah dilakukan antara jaringan internet dengan router, router dengan server, server dengan access point, dan server dengan client.

d. Pembuatan Alat

- **Pembuatan *Hardware* Mekanik**

Kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan tata letak tiap perangkat serta pemilihan perangkat agar sistem operasional komunikasi hemat dapat bekerja secara efisien.

- **Pembuatan *Hardware* Elektrik**

Kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan instalasi peralatan elektrik, terminal, serta pembuatan rangkaian soket.

- **Pembuatan *Hardware* Elektronik**

Kegiatan yang dilakukan adalah merangkai dan mengimplementasikan modul untuk rancang bangun telekomunikasi VoIP berupa server, router, client. Serta merakit komponen yang digunakan pada rangkaian yang terkait rancang bangun tersebut.

- **Pembuatan *Software***

Kegiatan ini berupa pembuatan pengaplikasian perangkat lunak untuk operasional perangkat keras pada sistem komunikasi hemat yang antara lain trixbox, zoiper android, dan algoritma pengkodean G.729. Realisasi algoritma ini berupa pembuatan program yang menggunakan bahasa python pada sistem operasi linux debian.

- **Pembuatan Instalasi**

Kegiatan ini berupa pembuatan instalasi pengkabelan pada instalasi tersebut berupa instalasi kabel power dan instalasi kabel komunikasi. Instalasi kabel power berupa instalasi jalur kabel catu daya peralatan (Power Supply) dan instalasi kabel komunikasi untuk menghubungkan antara server dan client, server dan router, router dan internet, dan instalasi setting IP Address.

Luaran dari proses kegiatan ini, berupa gambar perencanaan, serta volume hardware yang digunakan, dan algoritma, bahasa pemrograman.

e. Pengujian Alat

Kegiatan yang telah dilakukan adalah terdiri dari pengujian hardware, software serta instalasi (implementasi) sistem VOIP. Rincian kegiatan yang telah dilaksanakan yaitu:

- **Pengujian *Hardware***

Dalam kegiatan ini yang dilakukan adalah pengujian hardware mekanik, elektronik dan elektronika, yaitu:

- **Pengujian *Hardware* Mekanik**

Dalam hal ini dilakukan pengujian server sesuai dengan dimensi hasil perencanaan, serta pengujian rak server sesuai dengan layout tata letak peralatan

elektrik hasil perencanaan dan pembuatan, luaran hasil pengujian mekanik ini adalah kapasitas peralatan server serta kekuatan rak server.

- **Pengujian Hardware Elektrik**
Kegiatan yang dilakukan adalah pengujian peralatan elektrik yang antara lain pengujian koneksi terminal, pengujian koneksi rangkaian soket dan pengujian perangkat server berikut kabelnya.
- **Pengujian Hardware Elektronik**
Kegiatan yang dilakukan adalah pengujian koneksi server dan berbagai perangkat koneksi seperti hub dan router. Hasil pengujian yang didapatkan adalah status koneksi dan hubungan antar perangkat. Hasil pengujian ini akan menentukan performansi sistem VOIP.
- **Pengujian Software**
Kegiatan ini berupa pengujian software pada perangkat router dan algoritma pada server. Pengujian yang dilakukan berupa pengecekan error, status koneksi dan jaringan.
- **Pengujian Instalasi**
Pengujian instalasi yang dilakukan berupa pengecekan sistem VOIP secara keseluruhan berdasarkan layout rancangan dan apa yang telah dilakukan. Luaran yang didapatkan dari pengujian ini adalah performansi sistem yang diukur berdasarkan beberapa parameter performansi.

Pengukuran performansi sistem

Pada pengukuran performansi jaringan VOIP ini, dilakukan beberapa tahap pengukuran untuk mengetahui bagaimana performansi kerja dari sistem VOIP. Tahap pengukuran pertama adalah pengukuran performansi dari server itu sendiri menggunakan Trixbox. Pada perangkat lunak ini performansi dari server akan terlihat. Setelah itu, tahap pengukuran selanjutnya adalah pengukuran terhadap performansi sistem, seperti *answer delay*, *destroyed*, dan lain-lain.

Analisis hasil pengukuran

Hasil pengukuran pengukuran pengaruh pemakaian codec Standart ITU G 729 untuk komunikasi voip antara lain sebagai berikut :

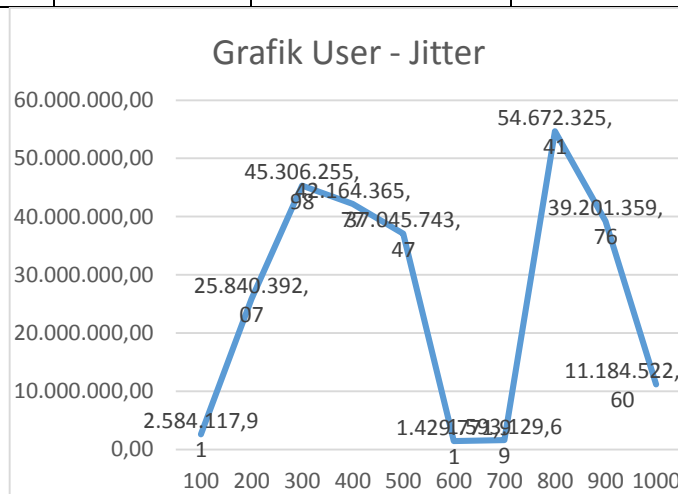
- *Created*: lamanya waktu panggilan saat antar user mulai terhubung
- *Answered* : lamanya waktu yang dibutuhkan oleh penerima panggilan dalam menjawab panggilan
- *Destroyed* : lamanya waktu yang dibutuhkan oleh penerima panggilan saat pertama kali terhubung dengan pemanggil
- *Direction/Caller/Caller Id* : lamanya waktu yang dibutuhkan oleh pemanggil saat mulai memanggil, maupun penerima panggilan saat menerima panggilan. *In* merupakan panggilan masuk. Sedangkan *out* merupakan panggilan keluar.
- *Disconnection status* : status yang mengindikasikan sukses atau tidaknya suatu panggilan
- *Answer delay* : waktu yang dibutuhkan pemanggil untuk dapat terhubung dengan penerima panggilan
- *Lost packets* : banyaknya paket data yang *loss* (dalam %) saat terjadi proses panggilan
- *Jitter* merupakan variasi delay antar paket yang terjadi pada jaringan IP.
- *Failed Calls* merupakan kegagalan yang terjadi pada saat panggilan (komunikasi) di Server VoIP.
- *Jitter* merupakan variasi delay antar paket yang terjadi pada jaringan IP.

Data berikut merupakan beberapa data hasil pengukuran Performansi pengaruh pemakaian Codec Standart ITU G 729 untuk aplikasi system komunikasi VOIP.

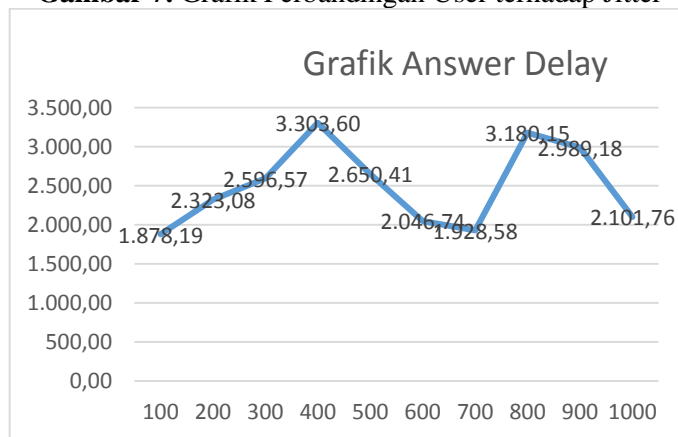
- Data dimulai dengan 100 user sampai dengan 1000 user. Dengan mengasumsikan bahwa pengambilan data dengan 100 user pada waktu jam renggang sedangkan pada 1000 user pada waktu sibuk. Pengukuran dilakukan dengan sampling waktu 5 menit selama 30 menit.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Performasi

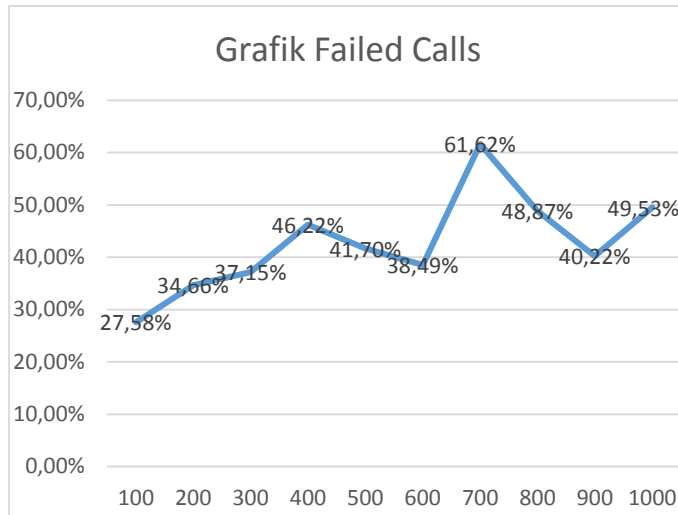
User	Jitter(ms)	Answer Delay(ms)	Failed Call (%)
100	2.584.117,91	1.878,19	27,58%
200	25.840.392,07	2.323,08	34,66%
300	45.306.255,98	2.596,57	37,15%
400	42.164.365,77	3.303,60	46,22%
500	37.045.743,47	2.650,41	41,70%
600	1.429.771,91	2.046,74	38,49%
700	1.593.129,69	1.928,58	61,62%
800	54.672.325,41	3.180,15	48,87%
900	39.201.359,76	2.989,18	40,22%
1000	11.184.522,60	2.101,76	49,53%



Gambar 7. Grafik Perbandingan User terhadap Jitter



Gambar 8. Grafik Perbandingan User terhadap Answer Delay



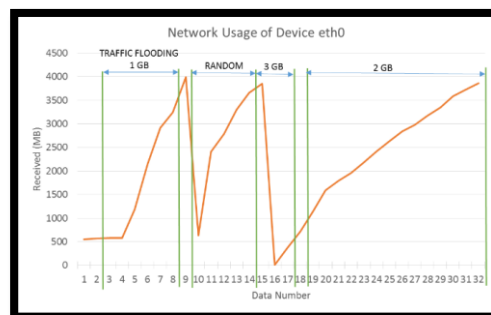
Gambar 9. Grafik Perbandingan User terhadap Failed Calls

Pada beberapa grafik dan data diatas menunjukkan performansi Server Voip menggunakan codec standart ITU G 729 pada pada User, diantaranya *Jitter*, *Answer Delay* dan *Failed Calls* secara rata-rata terhadap banyaknya User. Sehingga Dapat disimpulkan bahwa :

1. Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (*collision*) yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik (user) di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya *congestion* dengan demikian nilai *jitter*-nya akan semakin besar. Semakin besar nilai *jitter* akan mengakibatkan nilai QoS akan semakin turun. Untuk mendapatkan nilai QoS jaringan yang baik, nilai *jitter* harus dijaga seminimum mungkin.
2. Semakin besar beban trafik (user) di dalam jaringan berbanding lurus dengan besarnya answer delay yang ada pada jaringan tersebut.
3. Semakin besar beban trafik (user) maka semakin besar pula nilai failed call yang terjadi. Artinya server hanya dapat melayani sebagian saja.
4. Pada grafik diatas pula menunjukkan bahwa kemampuan server itu terbatas. Server hanya dapat melayani panggilan yang dilakukan oleh user dengan jumlah sebesar 600 user.

Pengujian

Kegiatan yang telah dilakukan adalah terdiri dari pengujian hardware, software serta instalasi (implementasi) sistem VOIP. Rincian kegiatan yang telah dilaksanakan yaitu: Pengujian Hardware (meliputi mekanik, elektrik dan elektronik), Pengujian Software (meliputi pemberian beban trafik), Pengujian Keseluruhan (meliputi pengujian sistem menggunakan perangkat lunak tambahan, yakni VQManager).



Gambar 10. Grafik Pemakaian Jaringan VoIP pada Tingkat Pembebanan Trafik Tertentu.

Pada Gambar 10, terlihat bahwa sistem Android yang dibangun mampu menangani beban trafik hingga 2 GB (Traffic Flooding). Hal ini, didapatkan dari kurva sistem VoIP pada saat beban trafik bernilai 3 GB, terjadi penurunan kinerja sistem. Penurunan tersebut terjadi pada data ke-14 sampai data ke-17. Tetapi ketika beban trafik diturunkan menjadi 2 GB, kinerja sistem kembali naik dan data yang diterima server semakin meningkat pula.

Hambatan

Pada pelaksanaan kegiatan penelitian ini, terjadi sedikit hambatan. Hambatan tersebut berupa pencairan dana dari pusat yang terlambat dan naiknya kurs mata uang. Terlambatnya pencairan dana membuat tim kami bersepakat untuk melakukan sewa sementara perangkat keras yang dimungkinkan. Kenaikan kurs mata uang tidak dapat dihindari, sehingga perlu dilakukan penghematan terhadap pembiayaan penelitian ini.

Selain itu, penggunaan IP Public yang sampai dengan saat ini belum dapat dilakukan karena perlunya perizinan yang terbentur masalah regulasi. Regulasi yang membahas komunikasi hemat belum diterbitkan karena penggunaan komunikasi hemat dikhawatirkan akan merugikan operator seluler. Keterbatasan ini membuat tim kami bersepakat untuk melakukan penelitian skala lokal di Universitas Brawijaya.

KESIMPULAN

Penelitian pada tahap ini bertujuan membangun basis jaringan komunikasi suara yang murah dengan memanfaatkan sistem SIP (Session Initiation Protocol) Service berdasarkan VoIP (Voice Over Internet Protocol) dengan menyewa kanal bandwidth (Leased Line) dengan hasil capaian sebagai berikut:

1. Penginstalan mekanik perangkat keras telah berjalan sesuai rencana.
2. Penggunaan perangkat lunak trixbox dapat menangani operasi perangkat server.
3. Penggunaan perangkat lunak *softphone* eyebeam 1.1 dapat menangani operasi perangkat client.
4. Penggunaan perangkat lunak Bria 1.2 android dapat menangani operasi perangkat client
5. Jenis kabel dan konektor yang digunakan sebagai penghubung antar perangkat hardware dapat mendukung operasional kebarlanjutan perangkat sesuai rencana.
6. Pemasangan kabel konektor yang tidak sempurna (kurang rapat, jenis kabel kurang baik) berpengaruh terhadap kontinyuitas sistem komunikasi antar perangkat.
7. Penggunaan algoritma codec G.729 telah dapat dijalankan dengan baik dan berhasil menangani dua buah panggilan client.
8. Pengintegrasian perangkat telah berhasil dilakukan sehingga komunikasi dapat dilakukan antara dua client hingga 200 client (100 percakapan dengan kapasitas server mencapai 2 GB).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. "Hak Berkomunikasi Bagi TKI Perlu Dijamin". *Berita Hukum*, 27 Januari [Online]. www.hukumonline.com/berita/baca/lt4b5fef7a3bd20/tki-komunikasi [diakses tanggal 17 Maret 2013, 03.00 WIB].
- Anonim. 2011. "TKI Berhak Komunikasi Dengan Keluarga". *Pos Kota*, 10 Maret [Online]. poskota.co.id/berita-terkini/2011/03/10/tki-berhak-komunikasi-dengan-keluarga [diakses tanggal 17 Maret 2013, 03.00 WIB].

- Anonim. 2013. *International Direct Dial - Value Call Rates (IDD132)* [Online]. www.maxis.com.my/idd132/index.asp?iStruct=0:4:0 [diakses tanggal 17 Maret 2013, 09.00 WIB].
- Anonim. 2013. *Perluas Cakupan Jaringan Sistem Komunikasi Kabel Laut* [Online]. www.indosat.com/Public_Relations/.../Perluas_Cakupan_Jaringan_Sistem_Komunikasi_Kabel_Laut [diakses tanggal 17 Maret 2013, 07.00 WIB].
- Anonim. 2013. *Sambungan Langsung Internasional 007* [Online]. www.telkomsel.com/services/sambungan-langsung-internasional/1650-SLI-007.html [diakses tanggal 17 Maret 2013, 07.00 WIB].
- Anonim. 2013. *Submarine Cable System* [Online]. www.indosatsingapore.com/infrastructure.html [diakses tanggal 17 Maret 2013, 09.00 WIB].
- ICN. 2011. *Perkembangan Industri Telekomunikasi Seluler di Indonesia-2011. Indonesian Commercial Newsletter (ICN)* [Online]. www.datacon.co.id/Telekomunikasi-2011Industri.html [diakses tanggal 17 Maret 2013, 07.00 WIB].
- Johnston, Alan B.2001. *“SIP-Understanding The Session Initiations Protocol”*. United States:Artech House,Inc.
- Sinnreich, Henry. 2006. *”Internet Communications Using SIP: Delivering VoIP and Multimedia. Services with Session Initiation Protocol, Second Edition”*.United States:John Wiley&Sons,Inc.
- Sundari. 2012. *“Pemerintah Tetap Akan Kirim TKI ke Malaysia”*. *Tempo*, 16 November [Online]. www.tempo.co/read/news/2012/11/16/078442172/p-Pemerintah-Tetap-Akan-Kirim-TKI-ke-Malaysia [diakses tanggal 17 Maret 2013, 03.00 WIB].