

LAPORAN KERJA PRAKTEK

PT.INTI

Analisis Bandwidth VoIP Berdasarkan Format dan Frame Video



Disusun oleh:

IMAM IKHSAN (111080175)

ANUGRAH PRATAMA (111080216)

FAKULTAS ELEKTRO DAN KOMUNIKASI

INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM

BANDUNG

2012

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Kerja Praktek dengan judul :

Analisis Bandwidth VoIP Berdasarkan Format dan Frame Video

Disusun oleh :

IMAM IKHSAN

111080175

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu persyaratan untuk
Lulus kerja praktek pada Program Studi Teknik Elektro dan Komunikasi

Bandung, Maret 2012

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing Akademik

Pembimbing Lapangan

AGUS DWI PRASETYO,ST

RAMZUNIS BOY LATIF

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dan puji syukur kehadiran Allah swt. kami ucapkan karena dapat menyelesaikan laporan ini. Karena tanpa ridho serta petunjuk dari-Nya, mustahil karya tulis ini dapat diselesaikan. Terima kasih pula kami sampaikan kepada kedua orang tua yang selalu memberikan kami dukungan baik moral maupun materi.

Kehidupan saat ini yang sangat membutuhkan selalu terjalannya komunikasi dan waktu yang terasa semakin berharga membuat masyarakat menginginkan sambungan telekomunikasi yang cepat, dan tuntutan masyarakat tersebut bisa diwujudkan jika menggunakan aplikasi terbaru saat ini contohnya VoIP. Oleh sebab itu, kelompok kami berusaha menyusun laporan ini.

Meskipun dengan pengetahuan yang sangat terbatas, hal ini tidak menjadikan halangan bagi kelompok kami untuk berbagi ilmu kepada masyarakat pada umumnya dan rekan-rekan mahasiswa pada khususnya.

Kami berharap semoga dengan membaca karya tulis kami, pengetahuan pembaca akan semakin bertambah, terutama pengetahuan tentang VoIP itu sendiri.

Akhir kata, kami menyadari bahwa kesempurnaan hanyalah milik Allah. Oleh sebab itu, kami sangat mengharapkan kritik serta saran dari pembaca agar laporan ini bisa lebih baik kedepannya.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	1
C. Rumusan masalah.....	1
D. Tujuan	2
E. Manfaat.....	2
F. Sekilas Tentang PT.INTI.....	2
BAB II PEMBAHASAN	
2.1.....	Landas
an Teori	4
2.2.....	Konsep
Dasar Sistem VoIP	5
2.3.....	Cara
Kerja Sistem VoIP	6
2.4.....	Kelebi
han dan Kelemahan Sistem VoIP	
2.4.1.....	Kelebi
han.....	7
2.4.2.....	Kelema
han.....	7
2.5 Macam-macam CODEC VoIP.....	9

BAB III PENGUKURAN & ANALISIS

3.1 Konfigurasi Jaringan Dalam Pengukuran	14
3.2 Hasil Pengukuran	16
3.3 Analisis Hasil Pengukuran	18

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	19
B. Saran	19

Daftar Pustaka	20
----------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di zaman teknologi yang berkembang pesat, telekomunikasi memegang peranan penting. Telekomunikasi pada saat ini dituntut tidak hanya dapat berkomunikasi jarak jauh saja, tetapi kecepatan dalam komunikasi juga memegang peranan penting. Tentu saja semakin cepat akses data selama berkomunikasi akan sangat membantu masyarakat, terutama bagi mereka yang sangat menghargai waktu.

VoIP adalah salah satu pengembangan dari system telekomunikasi yang saat ini merupakan alternative komunikasi yang cukup handal, baik dari segi kecepatan, layanan data dan ekonomi. Oleh sebab itu, penggunaan sistim VoIP sebagai suatu system komunikasi merupakan hal yang bagus bagi penyedia layanan telekomunikasi dan para pengguna layanan telekomunikasi.

B. Batasan Masalah

Laporan ini disusun dengan pembatasan masalah sebagai berikut.

1. Prosedur pemakaian VoIP, sehingga dapat dioperasikan secara optimal.
2. Pemakaian Frame dan Codec.
3. Perhitungan Bandwidth yang dipakai setiap codec dan gabungannya.

C. Masalah

Mengacu pada judul laporan yang telah diambil, tiga masalah akan dibahas, yaitu.

1. Apa itu VoIP?
2. Apa pengaruh Frame dan Codec pada Bandwidth VoIP?
3. Berapa besar bandwidth yang digunakan setiap codec dan gabungannya?

D. Tujuan

Tujuan disusunnya laporan ini adalah:

1. Memahami pengertian VoIP, yang merupakan salah satu pengembangan teknologi telekomunikasi.
2. Mengetahui pengaruh Frame dan Codec agar dapat digunakan secara optimal.
3. Mengetahui besar bandwidth VoIP yang digunakan setiap codec dan gabungannya.

E. Kegunaan Laporan

Diharapkan laporan ini dapat membuat pembaca mengerti akan perbedaan bandwidth setiap codec pada VoIP. Disamping itu, juga dapat menjadi bahan referensi yang baik dimasa yang akan datang.

F. Sekilas Tentang PT.INTI

PT Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero) atau disingkat INTI adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang telekomunikasi yang selama lebih dari 3 dasawarsa berperan sebagai pemasok utama pembangunan jaringan telepon nasional yang diselenggarakan oleh PT Telkom dan Indosat.

Berpusat di Bandung dengan 695 orang karyawan tetap (posisi Maret 2009), INTI (PT Industri Telekomunikasi Indonesia) telah berkiprah dalam bisnis telekomunikasi selama 35 tahun. Pelanggan utama INTI antara lain adalah "THE BIG FOUR" operator telekomunikasi di Indonesia; Telkom, Indosat, Telkomsel dan XL.

Sejak berkembangnya tren konvergensi antara teknologi telekomunikasi dan teknologi informasi (IT), INTI telah melakukan perubahan orientasi bisnis dari yang semula berbasis pure manufacture menjadi sebuah industri yang berbasis solusi kesisteman, khususnya dalam bidang sistem infokom dan integrasi teknologi.

INTI menangani solusi dan layanan integrasi jaringan tetap maupun seluler, konten IT, seat management serta mengembangkan produk-produk seperti IP PBX, NMS (Network Management System), SLIMS (Subscriber Line Maintenance System), NGN Server, VMS (Video Messaging System), GPA (Perangkat Pemantau dan Pengontrol berbasis SNMP), Interface Monitoring System untuk jaringan CDMA, dan Sistem Deteksi dan Peringatan Bencana Alam (Disaster Forecasting and Warning System).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Voice over Internet Protocol (VoIP)

Voice over Internet Protocol (juga disebut VoIP, IP Telephony, Internet telephony atau Digital Phone) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog telepon biasa. Definisi VoIP adalah suara yang dikirim melalui protokol internet (IP).

Pada jaringan suara konvensional pesawat telepon langsung terhubung dengan PABX (Privat Automated Branch exchange) atau jika milik TELKOM terhubung langsung dengan STO (Sentral telepon Otomat) terdekat. Dalam STO ini ada daftar nomor-nomor telepon yang disusun secara bertingkat sesuai dengan daerah cakupannya. Jika dari pesawat telepon tersebut mau menghubungi rekan yang lain maka tuts pesawat telepon yang ditekan akan menginformasikan lokasi yang dituju melalui nada-nada DTMF, kemudian jaringan akan secara otomatis menghubungkan kedua titik tersebut.

Bentuk paling sederhana dalam sistem VoIP adalah dua buah komputer terhubung dengan internet. Syarat-syarat dasar untuk mengadakan koneksi VoIP adalah komputer yang terhubung ke internet, mempunyai kartu suara yang dihubungkan dengan speaker dan mikropon. Dengan dukungan perangkat lunak khusus, kedua pemakai komputer bisa saling terhubung dalam koneksi VoIP satu sama lain.

Bentuk hubungan tersebut bisa dalam bentuk pertukaran *file*, suara, gambar. Penekanan utama untuk dalam VoIP adalah hubungan keduanya dalam bentuk suara. Jika kedua lokasi terhubung dengan jarak yang cukup jauh (antar kota, antar negara) maka bisa dilihat keuntungan dari segi biaya. Kedua pihak hanya cukup membayar biaya pulsa internet saja, yang biasanya akan lebih murah daripada biaya pulsa telepon sambungan langsung jarak jauh (SLJJ) atau internasional (SLI).

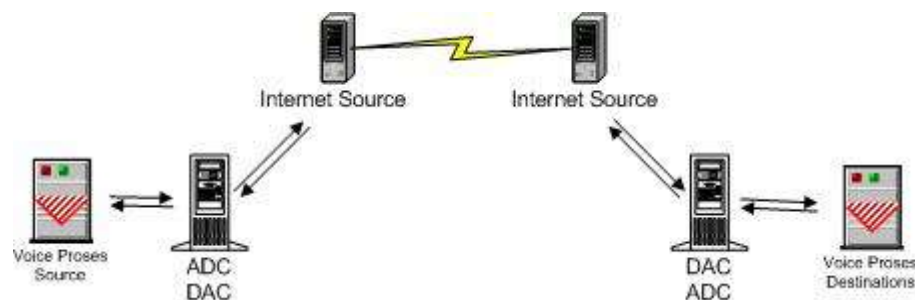
2.2 Konsep Dasar Sistem VoIP

Prinsip dasar dari Voip berupa pengiriman sebuah sinyal ke remote destination/tujuan yang dapat dilakukan secara digital, dimana sebelum dilakukan pengiriman data yang berupa sinyal analog terlebih dahulu diubah ke bentuk data digital dengan ADC (analog to digital converter), kemudian ditransmisikan, dan dipenerima dilakukan kembali konversi dari data digital ke data analog dengan DAC (digital to analog converter). Begitu juga dengan VoIP, digitalisasi voice dalam bentuk packets data, dikirimkan dan dikonversi kembali dalam bentuk voice dipenerima.

Format digital lebih mudah dikendalikan ataupun diproses ; dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah ke format yang lebih baik. dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog.

TCP/IP networks dibuat atas packet-packet IP yang terdiri atas header (berfungsi mengatur komunikasi) dan memuat data yang akan dikirim: VoIP menggunakan teknologi ini untuk melewati jaringan dan sampai di tujuan.

Untuk Lebih jelasnya bisa kita lihat dalam gambar.1.



Gambar.1 Mekanisme Jaringan VoIP

2.3 Cara Kerja Sistem VoIP

Hal yang menarik tentang VoIP adalah banyaknya cara untuk melakukan panggilan. Saat ini ada 3 jenis metode yg berbeda yang paling sering digunakan untuk melakukan layanan VoIP, yaitu :

1. ATA(Analog Telephone Adaptor)

Cara yang paling sederhana dan paling umum adalah dengan menggunakan suatu alat yang disebut ATA. ATA memungkinkan kita untuk menghubungkan pesawat telepon biasa ke komputer atau disambungkan ke internet untuk dipakai VoIP. ATA adalah alat pengubah sinyal dari analog menjadi digital. Cara kerjanya adalah mengubah

sinyal analog dari telepon dan mengubahnya menjadi data digital untuk di transmisikan melalui internet. Provider seperti VONAGE dan AT&T Callvantage membuat alat ATA dan memberikannya secara gratis kepada pelanggannya sebagai bagian dari service mereka. Mereka tinggal membuka ATA, memasang kabel telepon ke alat, dan VoIP sudah bisa digunakan. Beberapa jenis ATA dipaket dan dibundel beserta software tambahan yang harus diinstallkan pada komputer untuk melakukan konfigurasi ATA, tetapi pada umumnya itu hanya setting yang sangat gampang.

2. IP Phones

Pesawat telepon khusus ini kelihatannya sama dengan telepon biasa. Tapi selain mempunyai konektor RJ-11 standar, IP Phones juga mempunyai konektor RJ-45. IP Phones menghubungkan langsung dari telepon ke router, dan didalam IP Phones sudah ada semua perangkat keras maupun lunak yang sudah terpasang didalamnya yang menunjang melakukan pemanggilan IP. Tidak lama lagi, IP Phone nirkabel (wireless) akan tersedia, dan memungkinkan para pengguna untuk melakukan panggilan VoIP dari hotspot yang tersedia.

3. Computer-to-Computer

Cara ini jelas merupakan cara paling mudah untuk melakukan panggilan VoIP. Anda bahkan tidak usah membayar satu sen pun untuk melakukan panggilan SLJJ. Ada beberapa perusahaan yang menawarkan program yang harganya murah bahkan gratis yang dapat digunakan untuk melakukan panggilan VoIP. Yang harus anda sediakan hanya program (software), mikrofon, speaker, soundcard dan koneksi internet, lebih diutamakan koneksi internet yang relatif cepat seperti koneksi Kabel atau DSL. Selain biaya bulanan ISP, biasanya tidak ada lagi biaya untuk panggilan Computer-to-Computer, seberapa jauh pun jaraknya.

2.4 Kelebihan dan Kelemahan Sistem VoIP

2.4.1 Keuntungan VoIP

Dengan bertelepon menggunakan VoIP, banyak keuntungan yang dapat diambil. Diantaranya adalah dari segi biaya, jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan IP bersifat global sehingga untuk hubungan Internasional dapat ditekan hingga 70%. Selain itu, biaya maintenance dapat ditekan karena voice dan data network terpisah, sehingga IP Phone dapat ditambah, dipindah dan diubah. Hal ini karena VoIP dapat dipasang di sembarang ethernet dan IP address, tidak seperti telepon tradisional yang harus mempunyai port tersendiri di Sentral atau PBX.

2.4.2 Kelemahan VoIP

- Sulit mengirimkan fax
- Perlu internet cepat, biasanya backbone diharuskan menggunakan Fiber optic
- Susah untuk menentukan emergency call.

Kelemahan jaringan yang menjadi musuh VoIP :

1. **Delay**

Jaringan yang berbasis atau dengan backbone Satellite tidak cocok untuk VoIP. Karena delay satellite yang sangat besar. Sehingga menyebabkan suara kita lama didengar oleh lawan bicara

Solusi : Backbone fiber optic.

2. **Jitter**

Jitter pada intinya adalah variasi dalam delay, terjadi karena adanya perubahan terhadap karakteristik dari suatu sinyal sehingga menyebabkan terjadinya masalah terhadap data yang dibawa oleh sinyal tersebut. Solusinya : Mengaplikasikan suatu sistem buffer pada pesawat penerima untuk menstabilkan data suara sebelum ditampilkan. Efek sampingnya akan ada sedikit delay.

3. **Packet Loss**

Paket loss artinya hilangnya paket data yang sedang dikirimkan. Hilangnya data ini bisa disebabkan karena Jitter atau karena adanya permasalahan di perangkat-perangkat jaringan seperti router yang terlalu sibuk, jalur komunikasi yang terlalu padat penggunaannya.

Solusi : Peralatan yang lebih bagus dibandingkan peralatan jaringan untuk internet biasa, kualitas koneksi yang lebih baik dan perhitungan terhadap penggunaan bandwidth yang lebih baik.

4. **Keamanan**

Karena suara berjalan pada jaringan internet maka tetap akan ada kemungkinan data suara tersebut disadap oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab.

Solusi : Membangun sistem keamanan yang lebih baik, enkripsi data.

5. **Echo**

Echo atau gema disebabkan oleh kesalahan perangkat pengirim dan penerima suara dalam mengkonversikan atau mengubah data dari suara menjadi digital atau sebaliknya biasanya karena adanya kesalahan faktor impedansi dalam rangkaian analog peralatan.

Solusi : Melengkapi peralatan dengan rangkaian analog coupling yang bisa meredam kesalahan faktor impedansi.

2.5 Macam-macam CODEC VoIP

2.5.1 G.729

G.729 adalah data audio kompresi algoritma untuk suara yang kompres suara digital dalam paket dari 10 durasi milidetik. Hal ini secara resmi digambarkan sebagai *Coding berbicara di 8 kbit / s menggunakan konjugat-struktur aljabar kode bersemangat prediksi linear (CS-ACELP)*. Karena persyaratan yang rendah bandwidth, G.729 pada umumnya digunakan pada Voice over Internet Protocol (VoIP) aplikasi di mana bandwidth harus dilestarikan. Standar G.729 beroperasi pada bit rate dari 8 kbit / s, tetapi ada ekstensi, yang memberikan tingkat 6,4 kbit / s dan 11,8 kbit / s untuk kualitas suara lebih buruk dan lebih baik, masing-masing. G.729 telah diperpanjang dengan berbagai fitur, umumnya ditunjuk sebagai G.729a dan G.729b. Dual-nada multi frekuensi sinyal (DTMF), faks transmisi, dan audio berkualitas tinggi tidak dapat diangkut andal dengan codec. DTMF membutuhkan penggunaan Muatan RTP untuk Digit DTMF, Nada Telephony, dan Sinyal Telephony sebagaimana ditetapkan dalam RFC 2833

2.5.2 G.711 (PCMA/PCMU)

G.711 adalah ITU-T standar untuk audio companding . Hal ini terutama digunakan dalam telepon . Standar ini dirilis untuk penggunaan pada tahun 1972. Nama resmi adalah *kode Pulse modulasi (PCM) frekuensi suara*. Hal ini diperlukan standar di banyak teknologi, misalnya dalam H.320 dan H.323 spesifikasi. Hal ini juga dapat digunakan untuk faks komunikasi melalui jaringan IP (sebagaimana didefinisikan dalam T.38 spesifikasi). G.711, juga dikenal sebagai Pulse Code Modulation (PCM), adalah codec gelombang sangat umum digunakan. G.711 menggunakan tingkat sampling dari 8.000 sampel per detik, dengan toleransi pada tingkat 50 bagian per juta (ppm). Non-seragam (logaritmik) kuantisasi dengan 8 bit digunakan untuk mewakili setiap sampel, sehingga di tingkat 64 kbit / s bit. Ada dua versi yang sedikit berbeda; μ -hukum, yang digunakan terutama di Amerika Utara, dan A hukum-, yang digunakan di sebagian besar negara lain di luar Amerika Utara. Dua perangkat tambahan untuk G.711 telah diterbitkan: **G.711.0** menggunakan lossless kompresi data untuk mengurangi penggunaan bandwidth dan **G.711.1** meningkatkan kualitas audio dengan meningkatkan bandwidth

2.5.3 GSM

GSM telah menggunakan berbagai suara codec audio yang memeras 3,1 kHz menjadi antara 6,5 dan 13 kbit / s. Awalnya, dua codec, yaitu setelah jenis data saluran mereka dialokasikan, digunakan, disebut Half Tingkat (6,5 kbit / s) dan Full Rate (13 kbit / s). Ini menggunakan sistem berdasarkan linear predictive coding (LPC). Selain menjadi efisien dengan bitrates, codec ini juga dibuat lebih mudah untuk mengidentifikasi lebih penting bagian audio, memungkinkan udara antarmuka lapisan untuk memprioritaskan dan melindungi bagian-bagian yang lebih baik dari sinyal. GSM semakin ditingkatkan pada tahun 1997 dengan Enhanced Full Rate (EFR) codec, sebuah 12,2 kbit / s codec yang menggunakan saluran tingkat penuh. Akhirnya, dengan pengembangan UMTS , EFR adalah refactored menjadi variabel-menilai codec disebut AMR-Narrowband , yang berkualitas tinggi dan kuat terhadap gangguan bila digunakan pada saluran penuh nilai, dan kualitas kurang kuat tapi masih relatif tinggi bila digunakan dalam radio yang baik kondisi pada setengah tingkat saluran.

2.5.4 H.263

H.263 adalah kompresi video standar awalnya dirancang sebagai format kompresi rendah bitrate untuk videoconference . Ini dikembangkan oleh ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) dalam proyek berakhir pada 1995/1996 sebagai salah satu anggota keluarga H.26x video coding standar dalam domain ITU-T.

H.263 telah sejak menemukan banyak aplikasi di internet: banyak Flash Video konten (seperti yang digunakan di situs seperti YouTube , Google Video , MySpace , dll) yang digunakan untuk dikodekan dalam Sorenson Spark format (sebuah implementasi lengkap dari H.263), meskipun banyak situs sekarang menggunakan VP6 atau H.264 encoding. Versi asli dari RealVideo codec didasarkan pada H.263 sampai pelepasan RealVideo 8.

H.263 adalah video codec yang diperlukan dalam ETSI 3GPP spesifikasi teknis untuk IP Multimedia Subsystem (IMS), Multimedia Messaging Service (MMS) dan Transparan end-to-end Packet-switched Streaming Service (PSS). Dalam spesifikasi 3GPP, video H.263 biasanya digunakan 3GP format kontainer .

Codec ini pertama kali dirancang untuk digunakan dalam H.324 sistem berbasis (PSTN dan circuit-switched jaringan videoconference dan videotelephony), tetapi sejak itu juga ditemukan digunakan dalam H.323 (RTP / IP berbasis videoconference), H.320 (ISDN berbasis videoconference), RTSP (streaming media) dan SIP (conferencing Internet) solusi.

H.263 dikembangkan sebagai perbaikan evolusi berdasarkan pengalaman dari H.261 , ITU-T sebelumnya standar untuk kompresi video, dan MPEG-1 dan MPEG-2 standar. Versi pertama selesai pada tahun 1995 dan memberikan pengganti yang cocok untuk H.261 sama sekali bitrate. Hal itu lebih ditingkatkan dalam proyek-proyek yang dikenal sebagai H.263v2 (juga dikenal sebagai H.263 atau H.263 + 1998), MPEG-4 Bagian 2 dan H.263v3 (juga dikenal sebagai H.263 atau H.263 + + 2000) .MPEG-4 Bagian 2 adalah H.263 kompatibel dalam arti bahwa H.263 dasar bitstream dengan benar diterjemahkan oleh decoder MPEG-4 Video.

Codec ditingkatkan berikutnya dikembangkan oleh ITU-T VCEG (dalam kemitraan dengan MPEG) setelah H.263 adalah H.264 standar, juga dikenal sebagai AVC dan MPEG-4 bagian 10. Seperti H.264 menyediakan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan luar H.263, standar H.263 sekarang dianggap sebagai desain warisan. Produk video conference paling baru sekarang termasuk H.264 serta H.263 dan H.261 kemampuan.

2.5.5 H.263v2 (H.263+)

H.263v2 (juga dikenal sebagai *H.263 +*, atau *sebagai versi 1998 dari H.263*) adalah nama informal edisi kedua dari standar ITU-T H.263 video internasional coding. Ini dipertahankan isi teknis seluruh versi asli dari standar, tapi H.263 ditingkatkan kemampuan dengan menambahkan beberapa lampiran yang secara substansial dapat meningkatkan efisiensi encoding dan memberikan kemampuan lain (seperti ketahanan ditingkatkan terhadap kehilangan data dalam saluran transmisi). H.263 + proyek telah diratifikasi oleh ITU pada bulan Februari 1998. H.263v2 juga menambahkan dukungan untuk format gambar fleksibel disesuaikan dan frekuensi gambar kustom jam. Sebelumnya format gambar hanya didukung dalam H.263 telah Sub-QCIF, QCIF, CIF , 4CIF, dan 16CIF, dan frekuensi gambar hanya jam telah 30000/1001 (sekitar 29,97) jam kotak per detik

2.5.6 H.264/MPEG-4 AVC

H.264/MPEG-4 Bagian 10 atau **AVC** (Advanced Video Coding) adalah standar untuk kompresi video , dan saat ini salah satu format yang paling umum digunakan untuk, kompresi distribusi rekaman, dan video definisi tinggi . Pekerjaan penyusunan akhir pada versi pertama dari standar selesai pada Mei 2003.

H.264/MPEG-4 AVC adalah sebuah blok berorientasi gerak-kompensasi berbasis codec standar yang dikembangkan oleh ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) bersama-sama dengan Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) / International Electrotechnical Commission (IEC) bersama bekerja kelompok, Moving Picture Experts Group (MPEG). Produk dari upaya kemitraan yang dikenal sebagai Joint Video Team (JVT). ITU-T **H.264** standar dan ISO / IEC MPEG-4 AVC standar (secara resmi, ISO / IEC 14496-10 - MPEG-4 Bagian 10, Advanced

Video Coding) yang dipelihara bersama-sama sehingga mereka memiliki konten teknis yang identik.

H.264 adalah mungkin paling dikenal sebagai salah satu codec standar Blu-ray Disc , semua Blu-ray Disc player harus dapat memecahkan kode H.264. Hal ini juga banyak digunakan oleh sumber internet streaming, seperti video dari Vimeo , YouTube , dan iTunes Store , web software seperti Adobe Flash Player dan Microsoft Silverlight , dan juga siaran HDTV berbagai lebih terestrial (ATSC , SBTVD , DVB-T atau DVB-T2), kabel (DVB-C) dan satelit (DVB-S dan DVB-S2)

BAB III

PENGUKURAN & ANALISIS

3.1 Konfigurasi Jaringan Dalam Pengukuran

Berikut adalah gambar konfigurasi VoIP yang kami gunakan di PT.INTI:

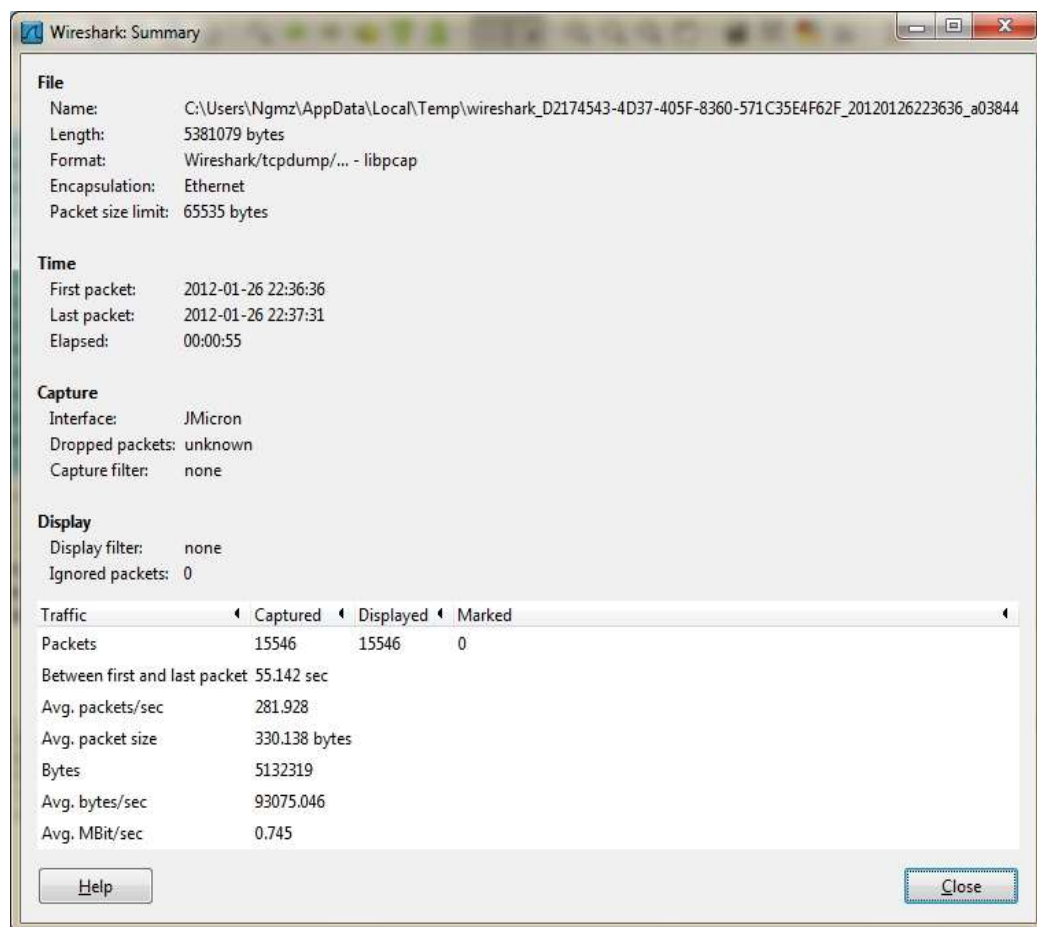


Gambar.2 Konfigurasi Jaringan VoIP

Gambar.2 merupakan gambaran konfigurasi VoIP yang kami gunakan selama melakukan Kerja Praktek di PT.INTI. Gambar diatas terdiri dari sentral VoIP, sebuah hub, sebuah PC Desktop, 2 buah IP Phone dan 2 buah Video Phone. Adapun prinsip kerja

dari rangkaian tersebut yaitu dari sentral VoIP menuju ke perangkat end-user yang dihubungkan melalui hub, dimana kemudian akan terbagi ke IP Phone, Video Phone dan PC Desktop sebagai alat ukur.

Sebelum melakukan pengukuran, masing-masing perangkat perlu dikonfigurasi secara manual terlebih dahulu dengan cara mengakses alamat IP masing-masing perangkat melalui PC Desktop. Konfigurasi perangkat dilakukan satu per satu, yaitu dengan mengubah format video, format sound dan frame. Setelah codec maupun bit rate antar perangkat sudah dikonfigurasi, selanjutnya akan dihubungkan dua perangkat secara bergantian. Untuk melakukan pengukuran maka kami menyediakan sebuah PC Desktop yang sudah dilengkapi dengan aplikasi WireShark.



Gambar.3 Contoh Capture Wireshark

Gambar.3 adalah aplikasi analisis protocol jaringan yang biasa dipakai untuk mengetahui parameter-parameter dan bandwidth dari suatu jaringan. Cara kerja dari aplikasi tersebut yaitu meng-capture data paket yang sedang dalam perjalanan dari server VoIP ke perangkat ataupun sebaliknya. Dengan hasil *capture* dari aplikasi tersebut akan terlihat beberapa parameter seperti bit rate, throughput, bandwidth dan sebagainya.

Dari hasil tersebut itulah kami melakukan beberapa uji coba analisa terhadap bandwidth VoIP berdasarkan format video, audio, dan frame yang sudah dikonfigurasi sebelumnya. Adapun tujuan dari kegiatan yang kami laksanakan yaitu, untuk mengetahui berapa bandwidth ideal yang dibutuhkan pada komunikasi VoIP setiap kombinasi codec.

3.2 Hasil Pengukuran

- Untuk komunikasi voice, format dan frame video tidak berpengaruh, sehingga didapatkan bandwidth :

Codec	G.729	GSM	PCMA	PCMU
Bandwidth	27,159 KB	19,656 KB	89,450 KB	96,788 KB

- Untuk komunikasi video, maka format CIF dan QCIF serta video frame berpengaruh, sehingga didapatkan bandwidth

Untuk Format CIF :

Frame	Kombinasi	BW (KB)	Frame	Kombinasi	BW (KB)
10 Frame	G.729 + H.263	86,944	15 Frame	G.729 + H.263	74,743
	G.729 + H.263+	115,809		G.729 + H.263+	127,505
	G.729 + H.264	243,517		G.729 + H.264	232,388
	GSM + H.263	74,794		GSM + H.263	96,091
	GSM + H.263+	73,806		GSM + H.263+	130,783
	GSM + H.264	230,248		GSM + H.264	227,928
	PCMA + H.263	98,414		PCMA + H.263	130,658
	PCMA + H.263+	152,293		PCMA + H.263+	167,945
	PCMA + H.264	256,272		PCMA + H.264	264,090
	PCMU + H.263	84,712		PCMU + H.263	131,782
	PCMU + H.263+	161,363		PCMU + H.263+	169,264
	PCMU + H.264	265,138		PCMU + H.264	260,907
Frame	Kombinasi	BW (KB)			
25 Frame	G.729 + H.263	99,995			
	G.729 + H.263+	220,331			
	G.729 + H.264	223,966			
	GSM + H.263	144,653			

	GSM + H.263+	203,476
	GSM + H.264	214,080
	PCMA + H.263	156,536
	PCMA + H.263+	Error
	PCMA + H.264	253,084
	PCMU + H.263	126,424
	PCMU + H.263+	Error
	PCMU + H.264	258,878

Untuk Format QCIF :

Frame	Kombinasi	BW (KB)	Frame	Kombinasi	BW (KB)
10 Frame	G.729 + H.263	27,102	15 Frame	G.729 + H.263	32,132
	G.729 + H.263+	48,183		G.729 + H.263+	56,475
	G.729 + H.264	218,721		G.729 + H.264	232,213
	GSM + H.263	36,678		GSM + H.263	63,074
	GSM + H.263+	46,653		GSM + H.263+	77,767
	GSM + H.264	230,567		GSM + H.264	234,617
	PCMA + H.263	54,553		PCMA + H.263	67,048
	PCMA + H.263+	75,761		PCMA + H.263+	90,008
	PCMA + H.264	250,853		PCMA + H.264	253,744
	PCMU + H.263	52,082		PCMU + H.263	67,992
Frame	PCMU + H.263+	68,332		PCMU + H.263+	94,175
	PCMU + H.264	253,256		PCMU + H.264	255,748
25 Frame	G.729 + H.263	42,729			
	G.729 + H.263+	77,564			
	G.729 + H.264	218,205			
	GSM + H.263	38,899			
	GSM + H.263+	79,837			

	GSM + H.264	227,369
	PCMA + H.263	89,954
	PCMA + H.263+	120,964
	PCMA + H.264	251,109
	PCMU + H.263	80,711
	PCMU + H.263+	121,142
	PCMU + H.264	257,426

3.3 Analisis Hasil Pengukuran

1. Menurut hasil pengukuran yang di dapat bahwa codec yang dikombinasikan dengan H.264 akan selalu menghasilkan bandwidth di atas 200 KB.
2. Dari data di atas bandwidth komunikasi voice terbesar terdapat di codec PCMU
3. Untuk Komunikasi voice format dan frame video tidak berpengaruh.
4. Untuk komunikasi video format CIF dan QCIF serta video frame berperan penting.
5. Makin besar frame yang akan di analisis semakin besar pula bandwidth yang dihasilkan

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa komunikasi voice format dan frame video tidak berpengaruh sedangkan pada komunikasi video format dan frame video sangat berpengaruh dalam proses pengambilan data serta rata-rata bandwidth yang dihasilkan format CIF adalah 2x dari bandwidth yang dihasilkan format QCIF

B. Saran

Dalam melakukan komunikasi VoIP sebaiknya menggunakan komunikasi video karena selain kita bisa melakukan percakapan, kita juga bisa melihat wajah lawan bicara kita serta memilih format CIF karena dengan format tersebut kita dapat menghasilkan kualitas gambar yang bagus

DAFTAR PUSTAKA

Wikipedia.(2012). *Proses Pengiriman dan Pengkodean VoIP*. [Online]. Tersedia: http://id.wikipedia.org/sistem_voip [18 Februari 2012]

Sudrajat, Wawan. (1999). *Teknologi Penyaluran Data VoIP*. [Online]. Tersedia: <http://www.elektroindonesia.com/elektro/no1c.html> [28 Februari 2009]

Arsih, Kansul dkk.2007. *Laporan Praktek Kerja Industri Pada SPU Cibinong*. Makassar: SMK Telkom Sandhy Putra

LAMPIRAN

- 10 FRAME CIF

G.729 + H.263

Percobaan	BW
1	87,146
2	86,679
3	86,388
4	86,960
5	87,283
6	87,815
7	87,561
8	87,242
9	86,626
10	85,735
Rata-rata BW	86,944

G.729 + H.263+

Percobaan	BW
1	119,306
2	118,198
3	117,487
4	116,607
5	115,944
6	115,251
7	114,702
8	114,113
9	113,464
10	113,020
Rata-rata BW	115,809

G.729 + H.264

Percobaan	BW
1	242,038
2	243,020
3	243,278
4	243,541
5	243,670
6	243,702
7	243,665
8	243,876
9	244,167
10	244,214
Rata-rata BW	243,517

GSM + H.263

Percobaan	BW
1	72,872
2	73,460
3	74,058
4	74,593
5	74,865
6	75,281
7	76,062
8	75,932
9	75,554
10	75,265
Rata-rata BW	74,794

GSM + H.263+

Percobaan	BW
1	71,340
2	72,059
3	72,732
4	73,326
5	73,806
6	74,149
7	74,583
8	74,962
9	75,359
10	75,742
Rata-rata BW	73,806

GSM + H.264

Percobaan	BW
1	222,537
2	226,260
3	227,834
4	229,702
5	230,375
6	231,500
7	232,192
8	232,701
9	234,246
10	235,136
Rata-rata BW	230,248

PCMA + H.263

Percobaan	BW
1	97,939
2	98,025
3	98,091
4	98,187
5	98,314
6	98,515
7	98,566
8	98,700
9	98,901
10	98,900
Rata-rata BW	98,414

PCMA + H.263+

Percobaan	BW
1	144,534
2	153,184
3	152,867
4	152,630
5	152,143
6	151,666
7	152,087
8	154,161
9	154,447
10	155,213
Rata-rata BW	152,293

PCMA + H.264

Percobaan	BW
1	250,731
2	253,546
3	254,907
4	255,745
5	256,692
6	257,126
7	257,468
8	258,387
9	258,760
10	259,353
Rata-rata BW	256,272

PCMU + H.263

Percobaan	BW
1	79,995
2	81,287
3	81,831
4	82,757
5	84,471
6	85,351
7	86,520
8	87,979
9	88,185
10	88,739
Rata-rata BW	84,712

PCMU + H.263+

Percobaan	BW
1	161,600
2	161,925
3	161,959
4	161,386
5	161,666
6	161,509
7	161,394
8	161,156
9	160,858
10	160,178
Rata-rata BW	161,363

PCMU + H.264

Percobaan	BW
1	260,822
2	263,083
3	264,478
4	264,912
5	265,165
6	265,673
7	266,308
8	266,672
9	267,001
10	267,269
Rata-rata BW	265,138

G.729

Percobaan	BW
1	48,759
2	45,746
3	44,556
4	18,955
5	15,962
6	34,072
7	16,014
8	15,774
9	15,907
10	15,849
Rata-rata BW	27,159

GSM

Percobaan	BW
1	18,035
2	18,511
3	18,523
4	18,343
5	18,460
6	21,209
7	21,059
8	20,956
9	20,819
10	20,645
Rata-rata BW	19,656

PCMA

Percobaan	BW
1	96,492
2	97,457
3	97,455
4	98,140
5	98,038
6	109,187
7	106.888
8	97,260
9	103,643
10	96,720
Rata-rata BW	89,450

PCMU

Percobaan	BW
1	96,521
2	96,158
3	96,073
4	95,343
5	98,213
6	95,693
7	99,636
8	97,199
9	96,818
10	96,228
Rata-rata BW	96,788

- 15 FRAME**

G.729 + H.263
H.263

Percobaan	BW
-----------	----

G.729 + H.263+

Percobaan	BW
-----------	----

G.729 + H.264

Percobaan	BW
-----------	----

GSM +

Percobaan	BW
-----------	----

1	75,109
2	76,399
3	75,954
4	75,643
5	75,077
6	74,543
7	74,260
8	73,757
9	73,440
10	73,251
Rata-rata BW	74,743

1	127,668
2	127,286
3	127,446
4	127,236
5	127,685
6	127,440
7	127,405
8	127,421
9	127,391
10	128,068
Rata-rata BW	127,505

1	225,845
2	230,109
3	231,122
4	231,770
5	233,636
6	233,885
7	234,243
8	234,157
9	234,384
10	234,725
Rata-rata BW	232,388

1	98,672
2	98,025
3	96,713
4	95,722
5	95,728
6	95,300
7	95,175
8	94,878
9	95,643
10	95,055
Rata-rata BW	96,091

GSM + H.263+

GSM + H.264
PCMA_H.263+

PCMA_H.263

Percobaan	BW
1	131,481
2	130,293
3	130,763
4	131,645
5	131,141
6	131,504
7	131,446
8	130,478
9	129,717
10	129,359
Rata-rata BW	130,783

PCMA_H.264

Percobaan	BW
1	220,005
2	225,566
3	226,771
4	227,693
5	228,288
6	229,158
7	229,706
8	230,001
9	230,794
10	231,301
Rata-rata BW	227,928

PCMU_H.263

PCMU_H.264

Percobaan	BW
1	157,375
2	125,691
3	134,936
4	133,514
5	148,078
6	130,498
7	120,702
8	105,662
9	132,211
10	117,908
Rata-rata BW	130,658

PCMU_H.263+

Percobaan	BW
1	179,519
2	150,436
3	168,669
4	177,844
5	164,414
6	176,990
7	168,301
8	171,052
9	159,731
10	162,492
Rata-rata BW	167,945

Percobaan	BW
1	256,536
2	258,744

Percobaan	BW
1	160,377
2	143,801

Percobaan	BW
1	197,936
2	191,438

Percobaan	BW
1	256,427
2	261,193

3	265,549
4	266,219
5	266,696
6	266,068
7	266,391
8	266,134
9	265,225
10	263,335
Rata-rata BW	264,090

3	127,474
4	125,542
5	138,782
6	116,983
7	129,047
8	131,450
9	111,994
10	132,370
Rata-rata BW	131,782

3	198,356
4	110,822
5	150,375
6	168,307
7	170,750
8	168,323
9	168,323
10	168,010
Rata-rata BW	169,264

3	263,022
4	260,961
5	257,021
6	261,223
7	262,773
8	261,975
9	262,593
10	261,883
Rata-rata BW	260,907

- **25 FRAME**

G.729_H.263
GSM_H.263

Percobaan	BW
1	93,075
2	96,475

G.729_H.263+

Percobaan	BW
1	223,982
2	223,504

G.729_H.264

Percobaan	BW
1	220,253
2	221,717

Percobaan	BW
1	117,825
2	122,166

3	98,508
4	100,804
5	100,821
6	101,911
7	102,458
8	102,277
9	101,911
10	101,711
Rata-rata BW	99,995

3	222,615
4	221,999
5	221,307
6	220,075
7	218,835
8	217,700
9	217,078
10	216,210
Rata-rata BW	220,331

3	222,449
4	223,414
5	224,102
6	224,539
7	225,263
8	225,638
9	225,963
10	226,323
Rata-rata BW	223,966

3	121,768
4	171,368
5	158,774
6	155,538
7	153,248
8	151,678
9	147,894
10	146,274
Rata-rata BW	144,653

GSM_H.263+

GSM_H.264
PCMA_H.264

PCMA_H.263

Percobaan	BW
1	190,869
2	200,972
3	201,979
4	205,583
5	207,863
6	206,819
7	205,758
8	204,915
9	204,149
10	205,853
Rata-rata BW	203,476

Percobaan	BW
1	201,815
2	207,002
3	210,832
4	212,107
5	213,793
6	214,759
7	217,133
8	217,768
9	222,414
10	223,180
Rata-rata BW	214,080

Percobaan	BW
1	154,432
2	152,135
3	152,593
4	156,676
5	157,654
6	157,732
7	157,966
8	158,761
9	158,561
10	158,845
Rata-rata BW	156,536

Percobaan	BW
1	247,504
2	249,453
3	250,501
4	251,087
5	253,227
6	254,603
7	255,505
8	255,923
9	256,278
10	256,762
Rata-rata BW	253,084

PCMU_H.263

PCMU_H.264

Percobaan	BW
1	120,947
2	124,745
3	125,460

Percobaan	BW
1	257,613
2	258,199
3	258,439

4	126,030
5	126,616
6	127,137
7	127,847
8	128,180
9	128,402
10	128,878
Rata-rata BW	126,424

4	258,758
5	258,941
6	259,141
7	259,313
8	259,460
9	259,268
10	259,649
Rata-rata BW	258,878

- **10 FRAME QCIF**

G.729_H.263

Percobaan	BW
1	26,536
2	26,695
3	26,949
4	27,029
5	27,167
6	27,262

G.729_H.263+

Percobaan	BW
1	48,350
2	48,290
3	48,230
4	48,200
5	48,117
6	48,077

G.729_H.264

Percobaan	BW
1	222,816
2	225,191
3	226,426
4	227,096
5	228,797
6	230,282

G.729

Percobaan	BW
1	14,999
2	15,050
3	15,076
4	15,150
5	15,155
6	15,334

7	27,316
8	27,325
9	27,351
10	27,388
Rata-rata BW	27,102

7	48,193
8	48,179
9	48,120
10	48,078
Rata-rata BW	48,183

7	230,371
8	231,218
9	231,889
10	133,121
Rata-rata BW	218,721

7	15,427
8	15,444
9	15,437
10	15,442
Rata-rata BW	15,251

GSM_H.263

GSM_H.263+

GSM_H.264

GSM

Percobaan	BW
1	37,092
2	36,840
3	36,629
4	36,040
5	36,028
6	36,113
7	37,021
8	36,999
9	37,095
10	36,922
Rata-rata BW	36,678

Percobaan	BW
1	44,385
2	45,621
3	45,884
4	46,218
5	46,866
6	47,126
7	47,409
8	47,397
9	47,722
10	47,905
Rata-rata BW	46,653

Percobaan	BW
1	222,054
2	225,870
3	227,590
4	229,308
5	231,107
6	232,844
7	233,179
8	234,135
9	234,659
10	234,924
Rata-rata BW	230,567

Percobaan	BW
1	19,215
2	18,748
3	18,712
4	18,699
5	21,605
6	21,209
7	21,059
8	20,956
9	20,819
10	20,645
Rata-rata BW	20,167

PCMA_H.263

PCMA_H.263+

PCMA_H.264

PCMA

Percobaan	BW
1	53,580
2	54,008
3	54,243
4	54,421
5	54,614
6	54,727
7	54,815
8	54,929
9	55,045

Percobaan	BW
1	75,417
2	75,553
3	75,604
4	75,629
5	75,698
6	75,779
7	75,813
8	75,869
9	76,020

Percobaan	BW
1	241,423
2	246,730
3	248,367
4	249,713
5	251,029
6	252,457
7	253,527
8	254,578
9	254,947

Percobaan	BW
1	40,072
2	40,652
3	41,117
4	41,369
5	41,501
6	41,695
7	41,839
8	41,941
9	42,030

10	55,145
Rata-rata BW	54,553

10	76,224
Rata-rata BW	75,761

10	255,757
Rata-rata BW	250,853

10	42,123
Rata-rata BW	41,434

PCMU_H.263

Percobaan	BW
1	48,374
2	50,896
3	51,609
4	51,975
5	52,310
6	52,607
7	52,914
8	53,132
9	53,391
10	53,612
Rata-rata BW	52,082

PCMU_H.263+

Percobaan	BW
1	65,963
2	66,866
3	67,564
4	68,042
5	68,548
6	68,950
7	69,267
8	69,451
9	68,674
10	69,996
Rata-rata BW	68,332

PCMU_H.264

Percobaan	BW
1	236,745
2	242,572
3	251,684
4	254,083
5	255,798
6	256,530
7	257,794
8	258,283
9	258,964
10	260,107
Rata-rata BW	253,256

PCMU

Percobaan	BW
1	44,098
2	44,358
3	44,603
4	44,681
5	44,811
6	44,868
7	44,944
8	45,013
9	45,070
10	45,131
Rata-rata BW	44,758

- 15 FRAME**

G.729_H.263

Percobaan	BW
1	30,107
2	30,493
3	30,839
4	32,063
5	32,738
6	32,765
7	33,032
8	33,037
9	33,120

G.729_H.263+
GSM_H.263

Percobaan	BW
1	55,495
2	55,896
3	56,152
4	56,292
5	56,489
6	56,586
7	56,705
8	56,866
9	56,976

G.729_H.264

Percobaan	BW
1	230,260
2	230,877
3	231,412
4	231,705
5	232,131
6	232,596
7	232,908
8	233,233
9	233,471

Percobaan	BW
1	65,678
2	64,540
3	64,162
4	63,779
5	63,060
6	62,633
7	62,282
8	62,137
9	61,465

10	33,123
Rata-rata BW	32,132

10	57,297
Rata-rata BW	56,475

10	233,541
Rata-rata BW	232,213

10	61,007
Rata-rata BW	63,074

GSM_H.263+
PCMA_H.263+

GSM_H.264

PCMA_H.263

Percobaan	BW
1	78,111
2	78,584
3	78,474
4	78,151
5	78,117
6	77,904
7	77,146
8	77,234
9	77,016
10	76,937
Rata-rata BW	77,767

PCMA_H.264

Percobaan	BW
1	233,626
2	233,958
3	234,244
4	234,284
5	234,513
6	234,767
7	235,024
8	235,063
9	235,125
10	235,567
Rata-rata BW	234,617

PCMU_H.263
PCMU_H.264

Percobaan	BW
1	64,194
2	66,671
3	67,095
4	67,077
5	67,466
6	67,503
7	67,589
8	67,626
9	67,537
10	67,720
Rata-rata BW	67,048

PCMU_H.263+

Percobaan	BW
1	87,336
2	89,426
3	89,544
4	89,739
5	90,052
6	90,313
7	90,853
8	90,910
9	90,943
10	90,964
Rata-rata BW	90,008

Percobaan	BW
1	250,691
2	251,606
3	252,593
4	253,270
5	253,567
6	254,106
7	254,619
8	255,329
9	255,450
10	256,209
Rata-rata BW	253,744

Percobaan	BW
1	64,898
2	67,741
3	67,789
4	68,140
5	68,080
6	68,205
7	68,224
8	68,326
9	69,141
10	69,379
Rata-rata BW	67,992

Percobaan	BW
1	93,569
2	93,745
3	93,799
4	93,756
5	94,122
6	94,500
7	94,760
8	94,698
9	94,469
10	94,328
Rata-rata BW	94,175

Percobaan	BW
1	251,268
2	252,504
3	254,131
4	254,472
5	255,513
6	256,593
7	256,999
8	257,443
9	258,982
10	259,574
Rata-rata BW	255,748

- **25 FRAME**

G.729_H.263

Percobaan	BW
1	41,840
2	42,470
3	42,698
4	42,636
5	42,759
6	42,732
7	42,854
8	42,951
9	43,116
10	43,238
Rata-rata BW	42,729

G.729_H.263+
GSM_H.263

Percobaan	BW
1	73,598
2	74,760
3	76,558
4	77,089
5	77,815
6	78,408
7	78,774
8	79,232
9	79,518
10	79,883
Rata-rata BW	77,564

G.729_H.264

Percobaan	BW
1	213,069
2	214,240
3	215,983
4	217,296
5	218,095
6	219,257
7	219,895
8	220,796
9	221,273
10	222,149
Rata-rata BW	218,205

Percobaan	BW
1	36,204
2	37,861
3	38,297
4	38,596
5	38,979
6	39,189
7	39,324
8	39,835
9	40,100
10	40,606
Rata-rata BW	38,899

GSM_H.263+
PCMA_H.263+

Percobaan	BW
1	76,340
2	78,410
3	79,005
4	79,527
5	80,009
6	80,384
7	80,684
8	81,073
9	81,352
10	81,585
Rata-rata BW	79,837

GSM_H.264

Percobaan	BW
1	225,226
2	225,905
3	226,215
4	226,736
5	227,114
6	227,401
7	228,070
8	228,727
9	228,945
10	229,348
Rata-rata BW	227,369

PCMA_H.263

Percobaan	BW
1	91,957
2	91,354
3	90,142
4	89,988
5	89,732
6	89,399
7	89,456
8	89,822
9	89,023
10	88,665
Rata-rata BW	89,954

Percobaan	BW
1	117,180
2	120,094
3	120,597
4	120,968
5	121,219
6	121,575
7	121,526
8	121,973
9	122,225
10	122,280
Rata-rata BW	120,964

PCMA_H.264

Percobaan	BW
1	249,281
2	250,282
3	250,425
4	250,701
5	251,079
6	251,216
7	251,587
8	251,803
9	252,055
10	252,657
Rata-rata BW	251,109

PCMU_H.263
PCMU_H.264

Percobaan	BW
1	82,977
2	81,884
3	81,359
4	81,040
5	80,751
6	80,508
7	80,106
8	79,707
9	79,444
10	79,332
Rata-rata BW	80,711

PCMU_H.263+

Percobaan	BW
1	120,229
2	121,106
3	121,045
4	121,984
5	121,626
6	121,366
7	121,065
8	120,987
9	120,792
10	121,223
Rata-rata BW	121,142

Percobaan	BW
1	255,808
2	256,489
3	256,957
4	257,052
5	257,077
6	257,542
7	257,993
8	258,305
9	258,350
10	258,685
Rata-rata BW	257,426