

PENGARUH KETERSEDIAAN BANDWIDTH
TERHADAP UNJUK KERJA VOIP (*Voice Over Internet Protocol*)

Tasri Ponta

Dosen Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Makassar

Abstrak

Protokol IP tidak memiliki pelaporan kesalahan (*error reporting*) dan mekanisme perbaikan kesalahan (*error-correcting mechanism*). Protokol IP juga tidak menyediakan mekanisme untuk *host and management queries*.

Pada Penelitian ini dirancang suatu perangkat lunak yang dioperasikan untuk melakukan tugas pemantauan (*monitoring*) terhadap konektivitas antar perangkat komputer di dalam jaringan LAN. Perancangan perangkat lunak ini menggunakan metode pengecekan ICMP (*Internet Control Message Protocol*); dengan mengirimkan suatu pesan *echo-request* dari host asal, dan menerima responnya kembali berupa pesan *echo-reply* dari host tujuan yang dipantau. Perangkat lunak *monitoring* jaringan ini diharapkan dapat digunakan oleh seorang pemakai (*user*) dalam mendeteksi kondisi status beberapa link pada jaringan yang dipantaunya secara *real-time*, apakah status link yang sedang dipantaunya berada dalam kondisi 'up' (*alive*) ataukah sebaliknya (kondisi link 'down'). Pesan-pesan *echo-request* dan *echo-reply* pada protokol ICMP didesain untuk mengidentifikasi adanya permasalahan di dalam jaringan. Gabungan dari *echo-request* dan *echo-reply* ini digunakan oleh seorang *network manager* atau seorang *user* untuk mengetahui apakah kedua sistem (pengirim dan penerima) dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya

Kata Kunci : IP, ICMP, Echo-request, echo-reply

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi Internet yang sedemikian pesat telah memicu munculnya berbagai teknologi baru yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan manusia akan komunikasi yang lebih sempurna dari hari ke hari. Salah satu teknologi yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan tersebut adalah teknologi Multimedia. Multimedia didefinisikan sebagai komunikasi yang

menggunakan kombinasi antara berbagai media dan mungkin melibatkan *Personal Computer* (PC) didalamnya (Bandung, Hubbany, Hartanta: 2002). Multimedia sendiri merepresentasikan data dalam bentuk teks, *voice*, audio, video, musik, gambar, animasi, dll.

Voice yang merupakan bagian dari teknologi multimedia dalam perjalanannya mengalami banyak perkembangan diantaranya kita kenal dengan teknologi

Voice Over Internet Protocol (VoIP). Secara umum VoIP didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan Internet untuk mengirimkan data paket suara dari satu tempat ke tempat lain menggunakan perantara protokol IP (tharom, purbo: 2001). Pada awal perkembangannya VoIP hanya dapat digunakan untuk komunikasi antar PC multimedia dengan kualitas rendah, namun seiring berjalannya waktu VoIP telah banyak dikembangkan sehingga dapat digunakan untuk komunikasi antara PC dengan telepon biasa (PSTN/PABX) ataupun untuk komunikasi antar telepon (*phone to phone*).

Terdapat beberapa protocol yang menunjang teknologi VoIP diantaranya yaitu protocol H.323, SIP Server dan MGCP. VoIP merupakan teknologi yang *real-time* sehingga mudah sekali terjadi *delay* ataupun *packet loss*. VoIP sendiri terdiri dari beberapa *coder-decoder* (codec) yang membutuhkan bandwidth berbeda dalam setiap pengiriman pakatnya dan mungkin saja kualitas layanan VoIP (dilihat dari delay, paket loss, dll) untuk masing-masing codec tersebut juga berbeda. Dengan menggunakan perangkat *Internet Telephony Gateway (ITG)* PLANET model VIP-000 yang berbasis protocol H.323 kita dapat melakukan komunikasi melalui jaringan VoIP dengan

memakai codec yang terdapat didalamnya dan tentunya dengan kebutuhan bandwidth yang disesuaikan pula.

Namun pada kenyataannya, kebutuhan bandwidth masing-masing codec untuk pengiriman paket suara tersebut cukup besar, sehingga timbul berbagai persepsi bahwa teknologi VoIP boros bandwidth. Dari permasalahan tersebut maka muncul ide untuk mengamati performa VoIP jika disediakan bandwidth dengan kapasitas yang berbeda, mulai dengan bandwidth yang lebih besar dari kebutuhannya hingga bandwidth minimum yang harus dipenuhi agar komunikasi dapat berjalan dengan memperhatikan pula proses samplingnya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Voice over Internet Protocol (VoIP)*

Voice over Internet Protocol (VoIP) dikenal juga dengan sebutan *IP Telephony* yang secara umum didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan Internet untuk mengirimkan data paket suara dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan perantara protokol IP. Pada kenyataannya, VoIP lebih terfokus pada penggunaan internet jika dibandingkan dengan telepon tradisional yang infrastrukturnya dibangun lebih awal. Teknologi VoIP ini dibangun dengan harapan layanan komunikasi *voice* dengan

normal, layanan *voice mail* yang dapat ditinggalkan pada nomor yang dihubungi dan layanan pengiriman transmisi fax dapat dilakukan dengan kualitas yang hampir sama dengan teknologi sebelumnya dan tentunya dengan biaya yang lebih terjangkau. Diagram VoIP dapat kita lihat pada Gambar 2.1 dibawah ini (iskandarsyah, 2003)



Gambar 2.1 Diagram VoIP

Pada hakekatnya komputer merupakan suatu perangkat digital, yang melakukan pengolahan semua data dalam bentuk bit (*binary digit*). Perkembangan teknologi DSP (*Digital Signal Processing*) telah menghasilkan perangkat keras yang mampu mengolah sinyal analog sebagai sinyal input dan diolah kembali dalam bentuk sinyal digital kemudian menghasilkan keluaran sinyal analog kembali. Peralatan seperti *sound blaster* merupakan salah satu hasil perkembangan teknologi yang telah mampu mengolah sinyal secara *real time* sehingga sinyal audio dan video dapat dikirim melalui internet.

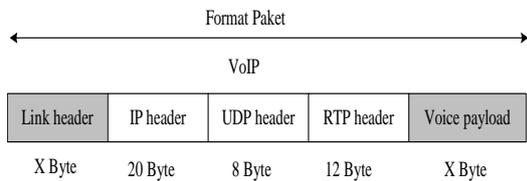
VoIP merupakan teknologi yang membawa sinyal suara digital dalam bentuk paket data dengan protokol IP. Suara kita yang masuk melalui mikofon diubah kedalam format digital yang kemudian dikirimkan kedalam jaringan internet. Sebaliknya format suara digital diubah menjadi sinyal analog sebelum dikirim ke *headphone*. Ini dilakukan oleh soundcard atau DSP board.

Perkembangan teknologi internet yang sangat pesat mendorong ke arah *konvergensi* dengan teknologi komunikasi lainnya. Standarisasi protokol komunikasi pada teknologi VoIP seperti H.323 telah memungkinkan komunikasi terintegrasi dengan jaringan komunikasi lainnya seperti PSTN. Jaringan komunikasi yang telah luas tergelar di Indonesia adalah jaringan PSTN yang dikelola oleh PT Telkom. Untuk perancangan jaringan tersebut perlu ditentukan posisi *Network Operation Center (NOC)*, *Point Of Presence (POP)*, *Router*, *Gateway* maupun pembangunan *link* antar kota – kota yang strategis dan efisien. Dalam perancangan jaringan VoIP, yang di tekankan kali ini adalah masalah *delay* dan *Bandwidth*. *Delay* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima), sedangkan *bandwidth* adalah kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan

transmisi data antar komputer pada jaringan IP atau internet.

2.2 Format Paket VoIP

Tiap paket VoIP terdiri atas dua bagian yaitu *header* dan *payload* (beban). *Header* terdiri atas *IP header*, *Real Time Transport Protokol (RTP) header*, *User Datagram Protokol (UDP) header* dan *link header*. Susunan format VoIP dapat kita lihat seperti gambar 2.1 berikut. (Tharom, 2002)



Gambar 2.2 Format Paket VoIP

IP header bertugas menyimpan informasi routing untuk mengirimkan paket-paket ke tujuan. Pada tiap header IP disertakan tipe layanan atau *Type of Service (ToS)* yang memungkinkan paket tertentu seperti paket suara diperlakukan berbeda dengan paket yang non real time.

UDP header memiliki ciri tertentu yaitu tidak menjamin paket akan mencapai tujuan sehingga UDP cocok digunakan pada aplikasi voice real time yang sangat peka terhadap delay dan latency.

RTP header adalah header yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan framing dan segmentasi data real time. Seperti UDP, RTP juga tidak mendukung

realibilitas paket untuk sampai ditujuan. RTP menggunakan protokol kendali yang disebut RTCP (Real Time Transport Control Protokol) yang mengendalikan QoS dan sinkronisasi media stream yang berbeda.

Link header besarnya sangat bergantung pada media yang digunakan. Tabel berikut menunjukkan ukuran header untuk media yang berbeda dengan metode kompresi G.729.

Tabel 2.1 Ukuran link layer header (tharom, 2002)

Media	Link layer header size	Bit rate
Ethernet	14 Byte	29.6 Kbps
PPP	6 Byte	26.4 Kbps
Frame Relay	4 Byte	25.6 Kbps
ATM	5 Byte tiap cell	42.4 Kbps

2.3 Standar kompresi data suara VoIP

ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Sector) membuat beberapa standar untuk *voice coding* yang direkomendasikan untuk implementasi VoIP. Beberapa standar yang sering dikenal antara lain:

- *G.711*

G.711 adalah suatu standar Internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik Pulse Code Modulation (PCM) dalam pengiriman suara. Standar ini banyak digunakan oleh

operator Telekomunikasi termasuk PT. Telkom sebagai penyedia jaringan telepon terbesar di Indonesia. PCM mengkonversikan sinyal analog ke bentuk digital dengan melakukan sampling sinyal analog tersebut 8000 kali/detik dan dikodekan dalam kode angka. Jarak antar sampel adalah 125 μ s. Sinyal analog pada suatu percakapan diasumsikan berfrekuensi 300 Hz – 3400 Hz. Sinyal tersampel lalu dikonversikan ke bentuk diskrit. Sinyal diskrit ini direpresentasikan dengan kode yang disesuaikan dengan amplitudo dari sinyal sampel. Format PCM menggunakan 8 bit untuk pengkodeannya. Laju transmisi diperoleh dengan mengkalikan 8000 sampel /detik dengan 8 bit/sampel, menghasilkan 64.000 bit/detik. *Bit rate* 64 Kbps ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital. Percakapan berupa sinyal analog yang melalui jaringan PSTN mengalami kompresi dan pengkodean menjadi sinyal digital oleh PCM G.711 sebelum memasuki *VoIP gateway*. Pada *VoIP gateway*, dibagian *terminal*, terdapat *audio codec* melakukan proses *framing* (pembentukan *frame datagram* IP yang dikompresi) dari sinyal suara terdigitasi (hasil PCM G.711) dan juga melakukan rekonstruksi pada sisi *receiver*. *Frame - frame* yang merupakan paket – paket informasi ini kemudian di transmisikan

melalui jaringan IP dengan suatu standar komunikasi jaringan *packet – based*. Standar G.711 merupakan teknik kompresi yang tidak efisien, karena akan memakan *bandwidth* 64 Kbps untuk kanal pembicaraan. Agar *bandwidth* yang digunakan tidak besar dan tidak mengesampingkan kualitas suara, maka solusi yang digunakan untuk pengkompresi digunakan standar G.723.1.

- G.723.1

Pengkode sinyal suara G.723.1 adalah jenis pengkode suara yang direkomendasikan untuk terminal multimedia dengan bit rate rendah. G.723.1 memiliki dual *rate speech coder* yang dapat di-switch pada batas 5.3 kbit/s dan 6.3 kbit/s. Dengan memiliki dual *rate speech coder* ini maka G.723.1 memiliki fleksibilitas dalam beradaptasi terhadap informasi yang dikandung oleh sinyal suara. G.723.1 dilengkapi dengan fasilitas untuk memperbaiki sinyal suara hasil sintesis. Pada bagian encoder G.723.1 dilengkapi dengan *formant perceptual weighting filter* dan *harmonic noise shaping filter* sementara di bagian decoder-nya G.723.1 memiliki *pitch postfilter* dan *formant postfilter* sehingga sinyal suara hasil rekonstruksi menjadi sangat mirip dengan aslinya. Sinyal eksitasi untuk bit rate rendah dikodekan dengan *Algebraic Code Excited Linier Prediction* (ACELP)

sedangkan untuk rate tinggi dikodekan dengan menggunakan *Multipulse Maximum Likelihood Quantization* (MP-MLQ). Rate yang lebih tinggi menghasilkan kualitas yang lebih baik dan bit yang lebih rendah memberikan kualitas baik dan fleksibilitas bagi perancang sistem. Masukan bagi G.723.1 adalah sinyal suara digital yang di-sampling dengan frekuensi sampling 8.000 Hz dan dikuantisasi dengan PCM 16 bit. Delay algoritmik dari G.723.1 adalah 37.5 msec (panjang frame ditambah lookahead), delay pemrosesannya sangat ditentukan oleh prosesor yang mengerjakan perhitungan-perhitungan pada algoritma G.723.1. Dari hasil pengujian, coder dapat menghasilkan kualitas subjektif yang baik, dan nilai SNR yang bervariasi tergantung jenis suara. Coder ini mampu menghasilkan rasio kompresi sebanyak 1:20 untuk rate tinggi (MP-MLQ) dan 1:24 untuk rate yang rendah (ACELP). Ditinjau dari segi kualitas dan rasio kompresi, algoritma pengkodean ini cocok digunakan untuk aplikasi VoIP. Tetapi delay pemrosesan dalam pengimplementasian ini cukup besar, sehingga untuk memenuhi kriteria real-time diperlukan pengimplementasian pada prosesor yang spesifik, seperti penggunaan DSP (*Digital Signal Processor*)

- G.728 dan G.729

G.728 merupakan teknik pengkodean suara CELP dengan hasil pengkodean 16 Kbps. Sedangkan G.729 merupakan pengkodean suara jenis CELP dengan hasil kompresi pada 8 Kbps.

Perbandingan teknik kompresi yang ditentukan oleh ITU-T selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Perbandingan teknik-teknik kompresi standar ITU-T (iskandarsyah, 2003)

Standar	Coding type	MIPS	Bit rate (Kbps)	Delay (ms)	M OS
G.711	PCM	0.34	64	0.125	4.3
G.726	ADPCM	14	64, 24,	0.125	3.8
G.728	LD-CELP	33	32, 40	0.625	5
G.729	CS-	20	16	10	4.1
G.729.A	ACELP	10.5	8	10	4.0
G.723.1	CS-	16	8	30	3.7
G.723.1	ACELP	16	5.3	30	3.6
	ACELP		6.3		5
	MP-MLQ				3.9

Kolom Kbps menunjukkan seberapa lebar *bandwidth* yang diambil untuk mengirimkan suara yang dikompres menggunakan teknik kompresi tertentu. MIPS (*Mega Instruction Per Second*) memperlihatkan beberapa kebutuhan waktu pemrosesan data pada saat melakukan kompresi suara. *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kompresi. MOS (*Mean Opinion Score*) adalah nilai opini pendengar di ujung pesawat penerima atau merupakan nilai untuk kualitas suara yang dihasilkan *codec*. Dengan MOS bernilai 0 untuk kualitas terburuk dan 5 untuk kualitas suara terbaik.

2.4 Delay

Dalam perancangan jaringan VoIP, *delay* merupakan suatu permasalahan yang harus diperhitungkan karena kualitas suara bagus tidaknya tergantung dari waktu *delay*. Besarnya *delay* maksimum yang direkomendasikan oleh ITU untuk aplikasi suara adalah 150 ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima pengguna adalah 250 ms. *Delay end to end* adalah jumlah *delay* konversi suara analog – digital, *delay* waktu paketisasi atau bisa disebut juga *delay* panjang paket dan *delay* jaringan pada saat t (waktu) Beberapa *delay* yang dapat mengganggu kualitas suara dalam perancangan jaringan VoIP dapat dikelompokkan menjadi :

- *Propagation delay* (*delay* yang terjadi akibat transmisi melalui jarak antar pengirim dan penerima)
- *Serialization delay* (*delay* pada saat proses peletakan bit ke dalam *circuit*)
- *Processing delay* (*delay* yang terjadi saat proses *coding*, *compression*, *decompression* dan *decoding*)
- *Packetization delay* (*delay* yang terjadi saat proses paketisasi *digital voice sample*)
- *Queuing delay* (*delay* akibat waktu tunggu paket sampai dilayani)
- *Jitter buffer* (*delay* akibat adanya *buffer* untuk mengatasi *jitter*)

Selain itu parameter – parameter lain yang mempengaruhi adalah *Quality of Service* (QoS), agar didapatkan hasil suara sama dengan menggunakan telepon tradisional (PSTN). Beberapa parameter yang mempengaruhi QoS antara lain :

- Pemenuhan kebutuhan bandwidth
- Keterlambatan data (*latency*)
- *Packet loss* dan *desequencing*
- Jenis kompresi data
- Interopabilitas peralatan (vendor yang berbeda)
- Jenis standar multimedia yang digunakan (H.323/SIP/MGCP)

Untuk berkomunikasi dengan menggunakan teknologi VoIP yang harus real time adalah *jitter*, *echo* dan *loss packet*. *Jitter* merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima. Untuk mengatasi *jitter* maka paket data yang datang dikumpulkan dulu dalam *jitter buffer* selama waktu yang telah ditentukan sampai paket dapat diterima pada sisi penerima dengan urutan yang benar. *Echo* disebabkan perbedaan impedansi dari jaringan yang menggunakan *four-wire* dengan *two-wire*. Efek *echo* adalah suatu efek yang dialami mendengar suara sendiri ketika sedang melakukan percakapan. Mendengar suara sendiri pada waktu lebih dari 25 ms dapat menyebabkan terhentinya pembicaraan.

Loss packet (kehilangan paket) ketika terjadi *peak load* dan *congestion* (kemacetan transmisi paket akibat padatnya traffic yang harus dilayani) dalam batas waktu tertentu, maka *frame* (gabungan data payload dan header yang di transmisikan) suara akan dibuang sebagaimana perlakuan terhadap *frame* data lainnya pada jaringan berbasis IP. Salah satu alternatif solusi permasalahan di atas adalah membangun *link* antar *node* pada jaringan VoIP dengan spesifikasi dan dimensi dengan QoS yang baik dan dapat mengantisipasi perubahan lonjakan trafik hingga pada suatu batas tertentu.

2.5 Arsitektur VoIP

Pada dasarnya arsitektur utama teknologi *Voice over Internet Protokol* ini terdiri atas elemen-elemen berikut (Tharom, 2002):

- **Infrastruktur IP**

Jaringan *packet-switch IP* menyediakan proses pengangkutan dan juga memungkinkan *switching* untuk *speech* dan *signaling*, dimana permasalahan utama pada Infrastruktur IP adalah bagaimana mengendalikan IP untuk memastikan kualitas kecepatan tinggi.

- **Call processing server (CPS)**

CPS disediakan untuk fungsi sentralisasi secara keseluruhan seperti resolusi alamat (*address resolution*)

ke atau dari IP, yang menjadikan *calls* dapat di- route-kan secara dinamik pada jaringan tersebut. CPS juga menyediakan layanan-layanan seperti berikut ini

- *Address Resolution* : menerjemahkan penomoran standar jaringan telepon ataupun penomoran *private* ke alamat IP.

- *User Profile* : menyimpan informasi mengenai tiap-tiap *user* termasuk *features* dan *call privileges*.

- *Call Processing* : mengolah panggilan-panggilan ke *client* dan gateway melalui jaringan IP, terdiri dari *setup*, *disconnect*, *release*, *hold*, *transfer*, *retrieve*, dan *calling number identification (CNI)*.

- **API (*Application Programming interface*)**

API yang disediakan oleh jaringan berfungsi untuk menambahkan beberapa aplikasi dan layanan pada infrastruktur dasar VoIP. API juga menyediakan sebuah set *interface* dan aturan yang sudah didefinisikan terlebih dahulu untuk dapat digunakan oleh para pengembang *third party* untuk membangun perangkat-perangkat lunak aplikasi.

- **Call Manager**

Call manager mempunyai fungsi yang lebih sedikit daripada komponen

gatekeeper. *Call manager* dibutuhkan pada konfigurasi sistem telepon melalui internet. *Call manager* menyimpan database konversi dan nomor telepon menjadi nomor IP dan sebaliknya, untuk pentransmisi data paket suara dengan benar.

2.6 Kualitas Layanan VoIP

Quality of Services (QoS) pada *IP telephony* adalah parameter-parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan. Beberapa parameter yang menyatakan QoS untuk *IP Telephony* antara lain *latency*, *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *sequence error* pada jaringan internet.

2.7 Latency

Latency adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu perangkat dari meminta hak akses ke jaringan sampai mendapatkan hak akses itu. Ada dua jenis *latency*, yaitu *real* dan *induced*. *Real latency* berhubungan dengan fisik jaringan dan karakteristik penyambungan dari media pengangkutannya, seperti pensinyalan elektriknya dan *clocked speed*. Juga berhubungan dengan *RTT (Round Trip-Time)* selama ditransmisikan dan sumber ke tujuan melalui berbagai perubahan kecepatan transmisi.

Induce latency adalah *delay* yang terjadi akibat *delay* antrian pada peralatan jaringan, *delay* proses pada *end-systems*, dan

kongesti lain jaringan antara sumber dan tujuan. Penanganan *latency* yang paling cepat adalah dengan men-set metode antrian pada tiap *router*.

2.8 Jitter

Jitter disebabkan oleh bervariasinya waktu penerimaan paket data dari pengirim ke penerima. *Jitter* tidak mungkin dihilangkan namun masih dapat ditangani dengan mengatur metode antrean pada *router* pada saat terjadi kongesti atau pada saat perubahan kecepatan terjadi. *Jitter* dapat mempengaruhi kualitas suara yang dikirim. Untuk meminimalkan *jitter* ini, diusahakan agar pengiriman tiap paket data melalui jalur yang sama dan jangan sampai terjadi *packet loss* ataupun kongesti pada jaringan.

2.9 Packet Loss

Packet loss pada jaringan *IP telephony* sangat besar pengaruhnya, dimana jika terjadi *packet loss* dalam jumlah tertentu akan menyebabkan terjadinya interkoneksi TCP melambat. *Packet loss* maksimum yang masih bisa ditolerir adalah kurang dari 10 %. Pendekatan yang digunakan untuk mengkompensasi *packet loss* meliputi interpolasi suara dengan pengulangan paket terakhir, pengiriman informasi

redundan, menggunakan metode pembagi bandwidth. Beberapa metode yang digunakan untuk membagi bandwidth berdasarkan tingkatan trafik, antara lain:

- *Traffic shaping* (pengaturan trafik), menggunakan metode *leaky bucket* untuk memetakan trafik menjadi beberapa antrian untuk menyediakan beberapa output dengan perilaku yang mirip.
- *Admission control*. Secara fisik membatasi kecepatan jaringan dengan menggunakan *clocking* data pada tingkat tertentu ataupun menggunakan sebuah token *bucket* untuk "mencekik" trafik yang masuk.
- *IP precedence*. Menggunakan bit *IP Precedence* dalam *header IP* untuk membentuk sampai 8 kelas trafik.
- *Differential Congestion Management*. Sebuah skema yang menyediakan perlakuan yang sesuai untuk suatu kelas trafik tertentu pada saat terjadi kongesti.

2.10 Sequence Error

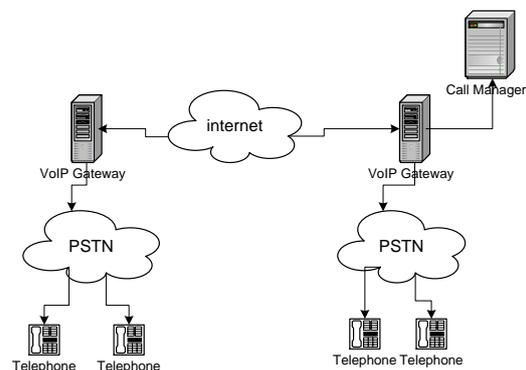
Kongesti di dalam jaringan paket *switch* dapat mengakibatkan paket mengambil *route* yang berbeda untuk mencapai tujuan yang sama. Akibatnya, paket sampai dengan urutan yang berbeda.

2.11 Jenis Konfigurasi Jaringan VoIP

Pada umumnya jenis konfigurasi VoIP ada tiga jenis yang dapat kita lihat seperti penjelasan dibawah ini:

2.11.1 Konfigurasi telepon melalui internet

Konfigurasi jenis ini menggunakan fasilitas PABX atau PSTN pada kedua sisi subsistem terminalnya. Konfigurasi seperti ini akan memerlukan antar muka (*interface*) berupa gateway yang menghubungkan jaringan VoIP dengan jaringan internet. Untuk konfigurasi seperti ini dibutuhkan satu sistem tambahan lainnya yang dapat memetakan pemanggilan nomor telepon menjadi kode-kode IP yang lebih dikenal dengan sebutan *call manager*. Ilustrasi konfigurasi pertama ini dapat dibuat sebagai berikut: (tharom, onno: 2001)



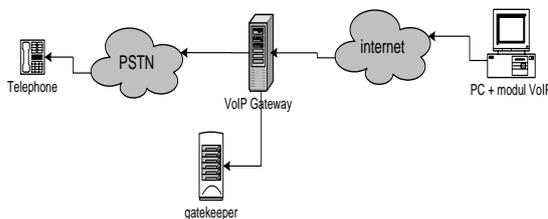
Gambar 2.3 Konfigurasi telepon melalui Internet

2.11.2 Konfigurasi gabungan perangkat telepon dan perangkat berbasis IP

Konfigurasi ini menggunakan sistem *hybrid*, yaitu campuran antara subsistem terminal menggunakan PC disatu sisi dan

subsistem terminal menggunakan PSTN + telepon analog disisi yang lain.

Kelemahannya adalah system pemanggilan (pensinyalan) hanya berlaku satu arah dari terminal komputer ke telepon analog, tidak dapat berlaku sebaliknya. Hal ini terjadi karena keterbatasan metode pemanggilan yang ada pada system PSTN + telepon analog dimana kita tidak dapat membuat tabel routing dari PSTN menuju computer tertentu. Untuk mengatur QoS, diperlukan tambahan perangkat yang disebut *gatekeeper*. Gambar konfigurasi gabungan ini dapat kita lihat pada gambar 2.4 berikut: (tharom, onno: 2001).

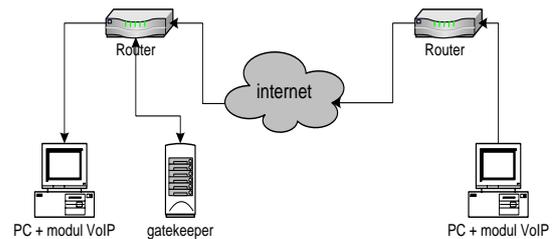


Gambar 2.4 Konfigurasi gabungan antara perangkat telepon dengan perangkat berbasis IP

2.11.3 Konfigurasi antar perangkat berbasis IP

Pada dasarnya konfigurasi jenis ini lebih banyak pada pengembangan bidang perangkat lunak (*software*) multimediana saja, belum memperhatikan masalah pengaturan pada media transmisi. Konfigurasi jenis ini membutuhkan system pensinyalan yang tidak terlalu rumit, sehingga hanya pada kondisi tertentu saja

dibutuhkan *software* manajemen pensinyalannya. Sistem ini juga membutuhkan minimal sebuah *gatekeeper* yang ilustrasinya dapat kita lihat seperti gambar 2.5 berikut: (tharom, onno: 2001).



Gambar 2.5 Konfigurasi antar perangkat berbasis IP

2.12 Addressing dan Routing dalam VoIP

Internet Telephony atau IP adalah sebuah teknologi komunikasi baru yang memungkinkan aplikasi telephony digunakan pada jaringan data yang sudah ada melalui protokol internet. Teknologi ini sudah membuat perubahan yang sangat besar pada industri telekomunikasi. IP Telephony merepresentasikan penyatuan antara *circuit switched network*, seperti PSTN dan teknologi komunikasi data lainnya. Interoperabilitas antar kedua tipe jaringan ini dimungkinkan oleh adanya gateway *Internet Telephony*. Untuk menanggulangi masalah interkoneksi antara SCN (*Switch Circuit Network*) dan internet, system pengalamatan (*addressing*) pada IP telephony harus menyediakan mekanisme pemetaan antara nomor E.164 yang

digunakan dalam SCN dan alamat IP yang digunakan pada internet.

3. Data

3.1 Sumber Data

Data-data yang diperoleh dalam penelitian mengenai pengaruh jenis codec dan ketersediaan bandwidth terhadap unjuk kerja VoIP menggunakan ITG PLANET model VIP-000 berbasis protokol H.323 dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dilapangan, seperti grafik kepadatan trafik dengan bandwidth yang kita tentukan melalui HTB, serta nilai *ping* untuk masing-masing koneksi VoIP.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui literatur yang berkaitan dengan teknologi VoIP dengan menggunakan protokol H.323, standar audio dan video *codec* yang dipakai dan bandwidth yang diperlukan untuk masing-masing *codec* tersebut.

3.2 Jenis Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian mengenai pengaruh jenis codec dan ketersediaan bandwidth terhadap unjuk kerja VoIP menggunakan ITG PLANET

model VIP-000 berbasis protokol H.323 dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Data Kualitatif

Merupakan data yang tidak berupa angka (dalam bentuk grafik) yang menunjukkan kepadatan trafik yang digunakan pada saat komunikasi menggunakan jaringan VoIP dengan protokol H.323 untuk masing-masing codec dengan bandwidth yang kita tentukan melalui HTB.

2. Data Kuantitatif

Merupakan data yang berupa angka-angka yang diperoleh dari hasil penelitian, berupa jumlah bandwidth minimal yang dipakai untuk masing-masing *codec* yang dapat kita ketahui dari grafik kepadatan trafik (PRTG), serta jumlah prosentase penurunan bandwidth setelah kita lakukan penelitian ini.

3.3 Teknik pengumpulan data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang diperoleh didasarkan pada metode-metode berikut ini:

1. Metode Observasi

Merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan serta pengujian langsung terhadap parameter parameter dalam perancangan jaringan VoIP dengan menggunakan perangkat ITG (*Internet*

Telephony Gateway) PLANET model VIP-000

2. Metode Kepustakaan

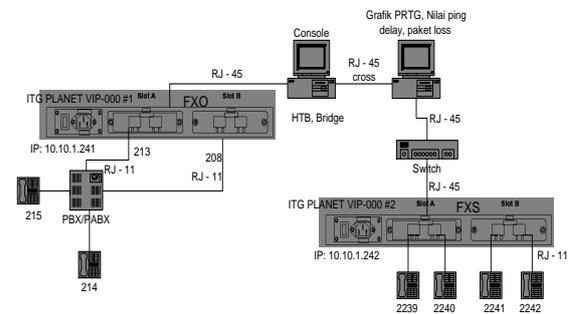
Merupakan metode pengumpulan data dengan membaca literatur yang berhubungan maupun cara-cara penggunaan perangkat ITG PLANET model VIP-000 untuk membangun koneksi VoIP dengan kapasitas bandwidth yang kita tentukan.

4. PEMBAHASAN

Teknologi VoIP mentransmisikan sinyal-sinyal suara secara *real-time* melalui jaringan IP sebagai data dalam bentuk paket dengan memakai *Transmission Control Protocol* (TCP), *Real-time Transport Protocol* (RTP), *User Datagram Protocol* (UDP) dan paket VoIP lainnya. Penggunaan ITG (*Internet Telephony Gateway*) merupakan salah satu cara untuk membangun jaringan VoIP. ITG dapat digunakan untuk jaringan lokal dalam artian menggunakan infrastruktur wireless, dan mem-paralel telepon sampai dengan jarak 25 km yang disertai fitur-fitur answering machine, call waiting, call forward, dan lain sebagainya.

Pada bab ini akan dijelaskan secara lengkap mengenai proses komunikasi menggunakan ITG Planet VIP-000 untuk masing-masing codec dengan bandwidth

yang disediakan. Konfigurasi penelitian ini dapat di lihat pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Konfigurasi penelitian menggunakan ITG Planet VIP-000

Bandwidth pada masing-masing codec akan diubah-ubah menggunakan HTB. Bandwidth pertama pada codec tersebut akan dinaikkan melebihi bandwidth asalnya dan dilakukan proses komunikasi, kemudian akan diturunkan perlahan-lahan sambil tetap melakukan proses komunikasi untuk melihat kualitas layanan VoIP dari segi obyektif maupun dari segi subyektif hingga didapatkan bandwidth minimum untuk melakukan komunikasi tentunya dengan kualitas yang masih layak. Hal ini berlaku untuk semua codec dan sampling yang terdapat pada ITG Planet VIP-000. Selama proses komunikasi berlangsung akan dilihat kepadatan trafik yang terpakai, delay total yang terjadi, jumlah paket loss dan penilaian kualitas suara yang dihasilkan. Bandwidth pada masing-masing codec tersebut dianggap sudah minimal apabila grafik PRTG yang ditunjukkan sudah

terlampau padat, delay yang terjadi pada saat komunikasi sudah melebihi dari standar yang ditentukan dan paket loss yang terjadi $\geq 10\%$.

4.1 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian tentang pengaruh jenis codec dan ketersediaan bandwidth terhadap unjuk kerja VoIP menggunakan ITG (*Internet Telephony Gateway*) PLANET model VIP-000, jaringan disimulasikan dengan menggunakan:

1. Dua buah ITG PLANET model VIP-000 (FXS dan FXO). Kedua perangkat ini masing masing akan diberikan IP untuk mengatur konfigurasinya.
2. Dua buah komputer yang masing masing berfungsi sebagai pengatur bandwidth (HTB) dan sebagai *traffic monitoring* yang terpakai.
3. Switch dan kabel UTP.
4. Line extention PABX dan pesawat telepon.

ITG PLANET VIP-000 dikonfigurasi terlebih dahulu dengan menggunakan Microsoft hyper terminal, Telnet ataupun menggunakan web browser sebelum dilakukan proses komunikasi. Karena terbatasnya perangkat PABX dan pesawat telepon yang tersedia, maka penelitian ini hanya dilakukan dalam tingkatan lokal (LAN) dan maksimal hanya dapat dilakukan dua komunikasi saja. Perangkat

ITG Planet VIP-000 dapat di lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 Perangkat ITG Planet VIP-000

Gateway FXO akan dihubungkan dengan salah satu atau beberapa extention PABX (karena gateway FXO tidak dapat menghasilkan tegangan sendiri, jadi diperlukan input yang bertegangan seperti line PSTN atau *extention* PABX). Sisi gateway FXO dihubungkan dengan sebuah komputer #1 melalui kabel RJ-45. Komputer tersebut berfungsi sebagai console untuk mengatur dan mengkonfigurasi kedua sisi gateway. Selain itu komputer #1 ini juga berfungsi sebagai pengatur bandwidth (HTB) serta sebagai penghubung yang berfungsi menjembatani semua trafik yang lewat melalui dirinya (bridge).

HTB (*hierarchical token bucket*) merupakan salah satu manajemen bandwidth yang dipergunakan untuk mengatur bandwidth yang akan digunakan berdasarkan IP address. Dalam penelitian ini, HTB akan dipergunakan sebagai pengatur bandwidth pada masing-masing

codec yang terdapat pada perangkat ITG PLANET VIP-000.

Bridge pada komputer #1 dan #2 berfungsi sebagai jembatan untuk melewatkan data dari perangkat ke komputer, selanjutnya data yang telah dilewatkan tersebut ditampilkan pada PRTG.

Komputer #1 kemudian dihubungkan dengan komputer #2 dengan kabel RJ-45 cross. Komputer #2 ini berfungsi untuk memonitor trafik yang digunakan, melihat nilai ping dan paket loss yang terjadi. Setelah bridge pada komputer #1 mencatat seluruh trafik yang melewatinya, selanjutnya trafik tersebut akan dimunculkan pada grafik PRTG. PRTG berfungsi sebagai monitoring trafik. Batas atas maksimal pada grafik prtg merupakan jumlah bandwidth yang diatur pada HTB. Pengukuran delay total yang terjadi pada jaringan VoIP tidak bisa dilihat dari nilai ping yang dilakukan oleh karena itu digunakan stop-watch untuk mengukur delay total yang terjadi dari memulai pembicaraan hingga pembicaraan terdengar ke sisi penerima.

Komputer #2 akan dihubungkan dengan sebuah switch yang kemudian dihubungkan dengan gateway FXS. Gateway FXS PLANET VIP-000 merupakan suatu perangkat yang bisa menghasilkan tegangan internal sendiri

sebesar 48 volt, jadi tidak perlu menggunakan line PSTN atau PABX pada portnya, cukup digunakan pesawat telepon saja. Namun perlu juga berhati-hati karena jika salah menempatkan line PSTN atau PABX pada gateway FXS ini akan menyebabkan perangkat kehilangan fungsinya (*malfunction*). Karena keterbatasan pesawat telepon yang tersedia, maka port FXS ini hanya dihubungkan dengan dua pesawat telepon dengan konfigurasi nomor seperti gambar 4.1 diatas.

4.2 Instalasi dan konfigurasi *software* yang digunakan

Pada penelitian ini terdapat tiga *software* penunjang yang sangat dibutuhkan diantaranya yaitu htb-init-v0.8.5 yang berfungsi sebagai pengatur bandwidth pada masing-masing codec, bridge-utils-1.0.6 yang berfungsi untuk menjembatani antara komputer dengan perangkat dan PRTG 4.3.1.574 yang berfungsi untuk memonitor trafik pada saat komunikasi berlangsung.

4.3 Instalasi dan konfigurasi PRTG

PRTG (*Paessler Router Traffic Grapher*) merupakan cara memonitor trafik pada jaringan dengan menggunakan Windows. Kegunaan yang paling umum adalah adalah memonitor bandwidth dari *leased lines*, *router* dan *firewalls* melalui

SNMP, *packet sniffing* atau *netflow*. PRTG dapat diatur untuk bekerja pada Windows selama 24 jam setiap harinya dan secara konstan mencatat semua parameter jaringan. Data yang tercatat disimpan dalam database internal untuk dilihat kemudian.

Pada penelitian ini PRTG digunakan untuk melihat besar bandwidth yang terpakai pada saat melakukan komunikasi antar gateway. Untuk mendapatkan software PRTG ini dapat didownload pada situs www.paessler.com, namun hanya bisa mendapatkan edisi trial-nya saja yang hanya berlaku selama 1 bulan. Jika pemakaian lebih dari 1 bulan maka hanya bisa memonitor 1 traffic saja.

4.4 Proses pengujian VoIP untuk mendapatkan bandwidth minimal

Proses pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan bandwidth minimal yang dibutuhkan pada masing-masing codec di perangkat ITG Planet VIP-000 dengan memperhatikan kualitas layanan VoIP (QoS) yang harus dipenuhi. Langkah-langkah proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memastikan semua perangkat telah terkonfigurasi seperti gambar 4.1.
2. Mencoba proses komunikasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa konfigurasi telah benar (atur bandwidthnya pada htb dan lakukan

komunikasi, lihat pada grafik PRTG untuk memastikan htb telah bekerja dengan benar).

3. Lakukan komunikasi dengan para responden pada bandwidth yang telah diatur (lakukan untuk seluruh codec dan sampling yang terdapat pada perangkat ITG), kemudian lihat kualitas VoIP dari delay total (diukur dengan stopwatch), grafik PRTG, nilai ping jika pada saat komunikasi diberikan beban tambahan, dan nilai MOS yang diberikan oleh para responden untuk mengetahui kualitas suara yang dihasilkan.

4.5 Proses penilaian MOS (*Mean Opinion Score*)

Penilaian subyektif terhadap kualitas layanan VoIP dengan metode MOS ini digunakan sebagai acuan pendukung untuk melihat kualitas suara yang dihasilkan pada masing-masing codec dengan bandwidth yang telah diatur pada HTB. Nilai subyektif ini diambil berdasarkan kepuasan pendengar pada saat melakukan komunikasi.

Untuk melakukan metode ini, kita lakukan survey pada 12 responden dengan menunjuk ke suatu nilai MOS tertentu, kemudian penilaian yang diperoleh dari para responden akan dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai mean dari jaringan.

5. Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai pengaruh jenis codec dan ketersediaan bandwidth terhadap unjuk kerja VoIP menggunakan ITG Planet model VIP-000 yang berbasis protokol H.323 dengan metode *phone-to-phone* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bandwidth pada masing-masing codec sangat berpengaruh terhadap kualitas suara yang dihasilkan. Jika dilihat dari segi obyektif penyediaan bandwidth yang jauh lebih kecil akan menyebabkan grafik yang dihasilkan sangat padat dan delay total yang terjadi sangat besar. Namun jika dari segi subyektif, penyediaan bandwidth yang jauh lebih kecil akan menyebabkan kualitas suara yang sangat buruk, sehingga kepuasan pendengar dalam melakukan komunikasi menjadi terganggu.
2. Setelah dilakukan penelitian terhadap seluruh codec (G711, G729, G723.1 ACELP dan G723.1 MP-MLQ) dan sampling yang tersedia pada ITG Planet VIP-000 ternyata semakin besar sampling yang digunakan, kualitas suara yang dihasilkan semakin menurun dan penghematan bandwidth menjadi semakin kecil.
3. Pada saat dilakukan komunikasi dengan 2 koneksi secara bersamaan, jumlah bandwidth yang dibutuhkan akan semakin membesar bahkan untuk codec G723.1 MP-MLQ, komunikasi 2 koneksi, bandwidth yang digunakan tidak dapat diturunkan lagi. Sehingga untuk 2 koneksi ini paling bagus digunakan codec G711, karena bandwidthnya masih dapat diturunkan namun kualitas suara yang dihasilkan masih bagus.
4. Batas bandwidth pada masing-masing codec dan sampling yang terdapat pada ITG Planet VIP-000 namun dengan kualitas yang masih bagus adalah:
 - a. Untuk codec G711 pada 1 koneksi dengan sampling 10 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 88 Kbps, dengan sampling 20 ms sebesar 72 Kbps, dengan sampling 30 ms sebesar 65 Kbps. Sedangkan pada 2 koneksi dengan sampling 10 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 167 Kbps, dengan sampling 20 ms sebesar 140 Kbps, dengan sampling 30 ms sebesar 133 Kbps.
 - b. Untuk codec G729 pada 1 koneksi dengan sampling 10 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 44 Kbps, dengan sampling 20 ms sebesar 24 Kbps, dengan sampling 30 ms sebesar 20 Kbps, dengan sampling 40 ms sebesar 17 Kbps,

dengan sampling 50 ms sebesar 16 Kbps dan dengan sampling 60 ms sebesar 15 Kbps. Sedangkan untuk 2 koneksi dengan sampling 10 ms didapatkan bandwidth minimum sebesar 95 Kbps, sampling 20 ms sebesar 55 Kbps, sampling 30 ms sebesar 42 Kbps, sampling 40 ms sebesar 37 Kbps, sampling 50 ms sebesar 33 Kbps dan untuk sampling 60 ms sebesar 30 Kbps.

c. Untuk codec G723.1 ACELP pada 1 koneksi dengan sampling 30 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 16 Kbps dan sampling 60 ms sebesar 12 Kbps. Sedangkan pada 2 koneksi dengan sampling 30 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 32 Kbps dan sampling 60 ms sebesar 29 Kbps.

d. Untuk codec G723.1 MP-MLQ pada 1 koneksi dengan sampling 30 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 18 Kbps dan sampling 60 ms sebesar 12 Kbps. Sedangkan pada 2 koneksi dengan sampling 30 ms didapatkan bandwidth minimal sebesar 42 Kbps dan sampling 60 ms sebesar 28 Kbps.

DAFTAR PUSTAKA

Artha Azriadi Prana, Gede. 2001. **Hacker ; Sisi Lain Legenda Komputer** Jakarta : Medikom Pustaka Mandiri

Ashadi, Rofel. 2005 **Analisa Implementasi Hierarchical Token Bucket (HTB) Untuk Manajemen Bandwidth Pada Jaringan TCP/IP**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana

Bandung, Yohane, dkk. 2002. **Teknologi Multimedia Over Internet Protokol**. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

Firdaus, Yulian. **Networking, Bridge, Switch dan Virtual LAN**. Diambil dari <http://www.budiono.net>

Hidayatullah, Moch. 2002. **Computer, Multimedia & Jaringan**. Sidoarjo : Curriculum Media

Iskandarsyah, HM. 2003. **Dasar-dasar Jaringan VoIP**. Diambil dari <http://ikc.kawanua.net.id/beseri/iskandar-voip>

Planet Technology Corp. 2001. **Internet Telephony gateway Quick Installation Guide**

Purbo, Onno W. 2004. **Bandwidth Requirement For Internet Telephony**. Diambil dari <http://sandbox.bellanet.org/~onno/>

Purbo, Onno W, dkk. 1999. **TCP/IP**. Jakarta : PT Elex Media Komputindo

Rasyid, Rafdian. 2004. **Menghitung Bandwidth yang Diperlukan VoIP**. Diambil dari <http://www.ilmukomputer.com>

Stalling, William. 2002. **Komunikasi data dan Komputer : Jaringan Komputer**. Jakarta : Salemba Teknika

- Sumarto, 2003. **Panduan Singkat Untuk Pembangunan VoIP Perjuangan.** Diambil dari <http://www.prasetyo.net/voip/guide11.htm>
- Supardi, I Wayan. 2005. **Unjuk Kerja Internet Telephony Gateway (ITG) Pada Jaringan VoIP.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana
- Tharom, Tabratas. 2002. **Teknis dan Bisnis VoIP.** Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Tharom, Tabratas. Onno W. Purbo. 2001. **Teknologi VoIP (Voice Over Internet Protocol).** Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Tanembaum, A.S. 2000. **Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia.** Jakarta : Prenhallindo
- Taufan, R. 2002. **Managemen Jaringan TCP/IP.** Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Wahana Komputer. 2001. **Penanganan Jaringan Komputer.** Yogyakarta : Andi Yogyakarta. Robby. 2005. **Pengkodean Sinyal Suara Pada Aplikasi Voice Over IP Menggunakan Rekomendasi ITU-T G.723.1.** Diambil dari <http://www.dsp.ee.itb.ac.id/ta/robbly.html>