

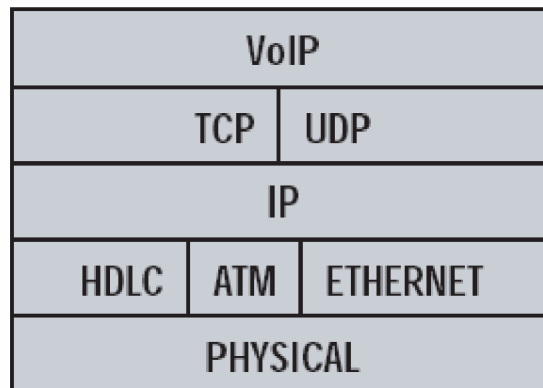
Voice Over IP

1. Pengantar VoIP

Protocol *Voice over IP* (VoIP) secara umum dibagi 2 bagian, yaitu *control/signaling* dan *data voice*

1. Control VoIP adalah trafik yang berfungsi untuk menghubungkan dan menjaga trafik yang sebenarnya yaitu berupa data voice. Juga menjaga seluruh operasi jaringan (router to router communications). Dikenal juga dengan istilah *Packet Signalling*.
2. Data Voice adalah trafik user berupa informasi yang disampaikan *end-to-end* yang dikenal juga sebagai *Packet Voice*.

VoIP menggunakan IP sebagai “*basic transport*”. Di layer Transport, VoIP menggunakan TCP dan UDP over IP. Diagram berikut memperlihatkan susunan protocol VoIP di jaringan :



Gambar 1 – Layer VoIP

2. Control /Signaling VoIP

Control/signaling protocol membuat user VoIP dapat saling berkomunikasi dengan pesawat telpon. Beberapa signaling yang ada saat ini adalah H.323, SIP, SCCP, MGCP, MEGACO, dan SIGTRAN. Tetapi yang paling populer dan banyak digunakan adalah H.323 dan SIP.

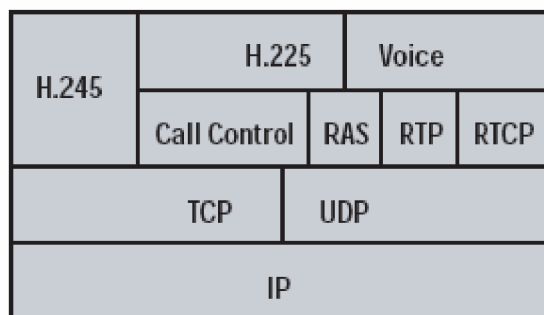
Dalam dokumen ini, hanya H.323 saja yang akan dibahas, sesuai dengan kondisi existing VoIP Lintasarta.

2.1. Standard H.323

H.323 adalah protocol yang pertama kali diadopsi dan dikembangkan secara luas untuk aplikasi VoIP. Standard H.323 diciptakan oleh International Telecommunications Union –Technology Standardization Sector (ITU-T) untuk transmisi audio dan video melalui jaringan Internet. Lebih dari 10 tahun, standard ini mengalami beberapa revisi dan penambahan untuk *feature*, *scalability*, dan *stability*. Versi dari H.323 saat ini adalah Versi 5.

2.2. Protocol H.323

Seluruh susunan protocol H.323 (gambar di bawah) terdiri dari beberapa bagian. Masing-masing bagian bertanggung jawab sesuai fungsi masing-masing, seperti “*call setup*” dan “*phone registration*”.



Gambar 2 – Susunan protocol H.323

H.245

H.245 adalah media control untuk protocol H.323. H.245 membentuk kanal logical untuk tiap-tiap call (endpoint to endpoint). Negosiasi H.245, menentukan penggunaan dari “*capabilities*” dan “*preferences*” masing-masing endpoint. Pemilihan CODEC merupakan salah satu informasi yang dipertukarkan dalam negosiasi ini.

H.225

H.225 merepresentasikan “*basic signaling*” yang digunakan juga oleh ISDN atau GR-303. Pada H.225, “*basic signaling*” meliputi **setup, alerting, connect, call proceeding, release complete**, dan **facility**, berdasarkan skema signalling Q.931 yang didefinisikan sebagai berikut :

Setup – Pesan ini membangkitkan dan membentuk panggilan/call. Pesan dikirimkan ke tujuan (called).

Alerting – Pesan dikirimkan oleh tujuan (called) ke pemanggil agar pemanggil tahu bahwa tujuan call sedang “*ringing*”

Connect – Pesan ini menginformasikan bahwa tujuan (called) telah menerima (accepted) panggilan call. Percakapan mulai berlangsung pada saat ini.

Call Proceeding – Pesan ini menginformasikan pada masing-masing user (endpoints) bahwa call sedang berlangsung. Pesan Call Proceeding dipertukarkan dengan interval tertentu selama proses percakapan berlangsung.

Release Complete – Pesan ini dikirimkan oleh endpoints (called atau calling), siapa yang pertama kali memutuskan hubungan telephone call.

Facility – Pesan ini merepresentasikan berbagai macam pesan control. Pesan ini dapat terlihat ketika sebuah gateway akan membentuk suatu call.

RAS

RAS (registration, admission, and status) adalah protocol “element (phone) Management”. Kanal logical RAS menghubungkan antara IP Phone/Voice Gateway dan gatekeeper untuk manage phone dan panggilan. Tanpa konfigurasi RAS yang sesuai, IP Phone/Voice Gateway tidak dapat menerima atau melakukan panggilan/call.

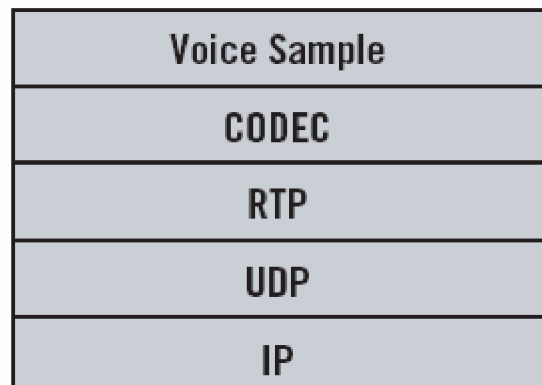
3. Protocol Data VoIP

3.1. RTP

Real-Time Protocol (RTP) adalah protocol yang digunakan user voice. Tiap-tiap packet RTP berisi potongan packet dari *voice conversation*. Besarnya ukuran packet voice bergantung pada CODEC yang digunakan.

Susunan Protocol RTP

Diagram berikut memperlihatkan susunan protocol RTP.



Gambar 3 – Susunan protocol RTP

Informasi RTP dienkapsulasi dalam packet UDP. Jika packet RTP hilang (lost) atau didrop di jaringan, maka RTP tidak akan melakukan retransmission (sesuai standard protocol UDP). Hal ini agar user tidak terlalu lama menunggu (long pause) atau delay, dikarenakan permintaan retransmission.

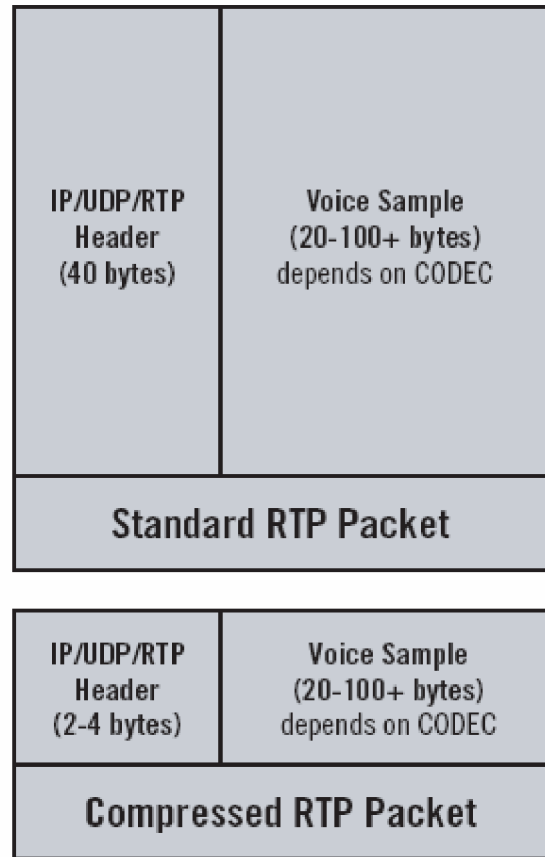
Jaringan harus didesign sebaik mungkin agar lost packet tidak terjadi.

RTP Header

Header Frame RTP berisi informasi untuk mengidentifikasi dan *manage* tiap *individual call* dari *endpoint* ke *endpoint*. Informasi ini adalah *timestamp*, *sequence number*, dan *conversation synchronization*.

3.2. Compressed RTP

Compressed Real-Time Protocol (cRTP) adalah variant dari RTP. Compressed RTP banyak meng"eliminate" packet header. Dengan mengeliminasi overhead, packet menjadi lebih efisien. System dengan cRTP dapat melakukan call 2 kali lebih banyak dibanding standard RTP.



Gambar 4. RTP dan cRTP Packet

Issue cRTP, sama seperti jenis kompresi lain, yaitu membutuhkan proses lebih tinggi pada router (CPU Process). Router harus me-“recreate” tiap-tiap header packet yang masuk untuk dirouting ke jaringan ke voice gateway atau IP Phone.

3.3. RTCP

Real-Time Control Protocol (RTCP) adalah protocol data VoIP yang jarang digunakan. Protocol ini memungkinkan endpoint mengatur call secara realtime untuk meningkatkan kualitas voice. RTCP juga significant membantu troubleshooting voice stream.

Alasan RTCP jarang digunakan, karena membutuhkan extra bandwidth untuk membawa RTCP stream ke tujuan.

3.4. CODEC

Banyak sekali jenis protocol voice CODEC (coder/decoder atau compression/decompression) yang tersedia untuk implementasi VoIP. Voice CODEC yang umum dikenal adalah : G.711, G.723, G.726, G.728, dan G.729. Berikut gambaran singkat tentang masing jenis CODEC di atas :

G.711 – Mengkonversi voice ke 64 kbps *voice stream*. CODEC ini digunakan pada *traditional TDM T1 voice*. **The highest quality.**

G.723.1 – Terdapat 2 type berbeda untuk compression G.723.1. Pertama menggunakan Code-Excited Linear Prediction (*CELP compression algorithm*) dan mempunyai bit rate 5.3 kbps. Type kedua menggunakan Multi Pulse-Maximum Likelihood Quantization *MP-MLQ algorithm* dan memiliki kualitas suara lebih bagus. Type ini mempunyai bit rate of 6.3 kbps.

G.726 – CODEC memiliki beberapa bit rate yang berbeda-beda, yaitu 40 kbps, 32 kbps, 24 kbps, dan 16 kbps. CODEC ini paling sesuai untuk interkoneksi ke PBX dengan bit rate 32 kbps.

G.728 – CODEC memiliki kualitas suara yang bagus dan spesifik di desain untuk *low latency applications*. CODEC ini mengkompres voice menjadi *16 kbps stream*.

G.729 – CODEC ini adalah salah satu kodek berkualitas lebih baik (better voice quality CODEC). CODEC ini mengkonversi voice menjadi 8 kbps. Terdapat 2 versi yaitu G.729 dan G.729a.

G.729a memiliki algoritma yang lebih sederhana dan membutuhkan processing power lebih sedikit dibandingkan G.729.

4. VoIP Per Call Bandwidth

Tabel berikut memperlihatkan kombinasi codec, payload size, Real-Time Transport Protocol (RTP) header compression dan voice activity detection (VAD). RTP header compression mengacu pada compressed Real-Time Transport Protocol (cRTP).

Berikut asumsi yang dibuat untuk table di bawah:

- Header IP/User Datagram Protocol (UDP)/RTP = 40 bytes.
- RTP header compression mengurangi header IP/UDP/RTP sampai 2 atau 4 bytes.

Multilink Point-to-Point protocol (MLPPP) atau Frame Relay Forum (FRF.12) menambahkan 6 bytes pada layer 2 header.

VAD diasumsikan mengurangi utilisasi sampai 65% dari full rate.

Compression Technique (Codec Bit Rate)	Payload Size	Bandwidth at full rate & MLPPP or FRF.12	Bandwidth with cRTP & MLPPP or FRF.12	Bandwidth at full rate with VAD & MLPPP or FRF.12	Bandwidth with cRTP, VAD & MLPPP or FRF.12
	(Bytes)	(Kbps)	(Kbps)	(Kbps)	(Kbps)
G.711 (64Kbps)	240	76	66	50	43
G.711 (64Kbps)	160 (Default)	83	68	54	44
G.711 (64Kbps)	80 (used by AIP)	90	70	58	45
G.726 (32Kbps)	120	44	34	29	22
G.726 (32Kbps)	60 (Default)	57	36	37	24
G.726 (24Kbps)	80	38	27	25	17
G.726 (24Kbps)	40 (Default)	52	29	34	19
G.728 (16Kbps)	80	25	18	17	12
G.728 (16Kbps)	40 (Default)	35	19	23	13
G.729 (8Kbps)	40	17.2	9.6	11.2	6.3
G.729 (8Kbps)	20 (Default)	26.4	11.2	17.2	7.3
G.723.1 (6.3Kbps)	48	12.3	7.4	8.0	4.8
G.723.1 (6.3Kbps)	24 (used by AIP)	18.4	8.4	12.0	5.5
G.723.1 (5.3Kbps)	40	11.4	6.4	7.4	4.1
G.723.1 (5.3Kbps)	20 (Default)	17.5	7.4	11.4	4.8

Tabel 1 – VoIP per Call Bandwidth

Kita gunakan perhitungan sebagai berikut :

voice packet size = (Header layer 2 MLPPP atau FRF.12 header) + (IP/UDP/RTP) + (voice payload)

voice packets per second (pps) = codec bit rate / voice payload size

bandwidth = voice packet size * pps

Contoh kebutuhan bandwidth untuk G.729 call (8Kbps codec bit rate) dengan cRTP, MLPPP dan default 20 bytes of voice payload adalah:

voice packet size (bytes) = (MLPPP header of 6 bytes) + (compressed IP/UDP/RTP header of 2 bytes) + (voice payload of 20 bytes) = 28 bytes

voice packet size (bits) = (28 bytes) * 8 bits per byte = 224 bits

voice packets per second (pps) = (8Kbps codec Bit Rate) / (160 bits) = 50 pps

Catatan:

160 bits = 20 bytes (default voice payload) * 8 (bits per byte)

bandwidth per call = voice packet size(224 bits) * 50 pps = 11.2 Kbps

5. Voice Activity Detection (VAD)

Voice conversation tertentu berisi 35-50 persen silence. Old World voice networks, semua voice call menggunakan fixed-bandwidth 64Kb tidak bergantung pada banyaknya conversation/percakapan dan silence. Dengan New World VoIP networks, semua conversation dan silence di **packetized**. Menggunakan VAD, packets of silence dapat di"suppress", memungkinkan VoIP conversation jauh lebih efisien dalam penggunaan bandwidth.

Untuk Planning VoIP bandwidth, asumsikan VAD dapat me"reduce" bandwidth sampai 35 persen. Walaupun kenyataannya bisa lebih kecil dari actual reduction, hal ini untuk mengestimasi perbedaan pola dialect dan bahasa.

VAD "enabled" by default untuk semua VoIP call dan menyediakan Comfort-Noise-Generation (CNG).

G.729 Annex-B (contoh: g729br8) dan **G.723.1 Annex-A** (contoh: g723ar53 dan g723ar63) sudah berisi VAD (integrated VAD function)

6. Payload Sizes Packet VoIP

Dengan IOS release 12.0(5)T, telah dilengkapi fitur "default payload size" (in bytes) untuk packet VoIP dan dapat diubah menggunakan command line interface (CLI).

Berikut syntax command :

Cisco-Router(config-dial-peer)#codec g729r8 bytes ?

Each codec sample produces 10 bytes of voice payload. Valid sizes are:

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230

Any other value within the range will be rounded down to nearest valid size.

<10-230> Choose a voice payload size from the list above

Contoh berikut menunjukkan bagaimana penambahan voice payload dapat meminimalisasi VoIP bandwidth secara keseluruhan. Tetapi peningkatan VoIP payload ini , juga akan meningkatkan delay.

Codec G.114, maximum end-to-end delay untuk packet voice adalah 150ms.

Perhitungan menunjukkan bahwa ketika payload size dinaikkan 2 X lipat, pps akan berkurang menjadi setengahnya.

Dengan default payload size = 20 bytes:

G.729 call = (40 bytes of IP/UDP/RTP headers + 20 bytes payload) * 8 bits/byte * 50pps = 24Kbps per VoIP call

Dengan payload size = 40 bytes:

G.729 call = (40 bytes of IP/UDP/RTP headers + 40 bytes payload) * 8 bits/byte * 25pps = 16Kbps per VoIP call