

VOICE OVER IP (VoIP): Internet Telephony

Modul 3 Jaringan Teleponi

*Prima Kristalina – PENS
(Pebruari 2015)*

Overview

- **Definisi**
- **Cara Kerja Telepon Konvensional vs VoIP**
- **Standarisasi dan Protokol VoIP**
- **Interface dengan PSTN**
- **Proses Encoding**
- **Tantangan dalam sistim VoIP**
- **Rangkuman**

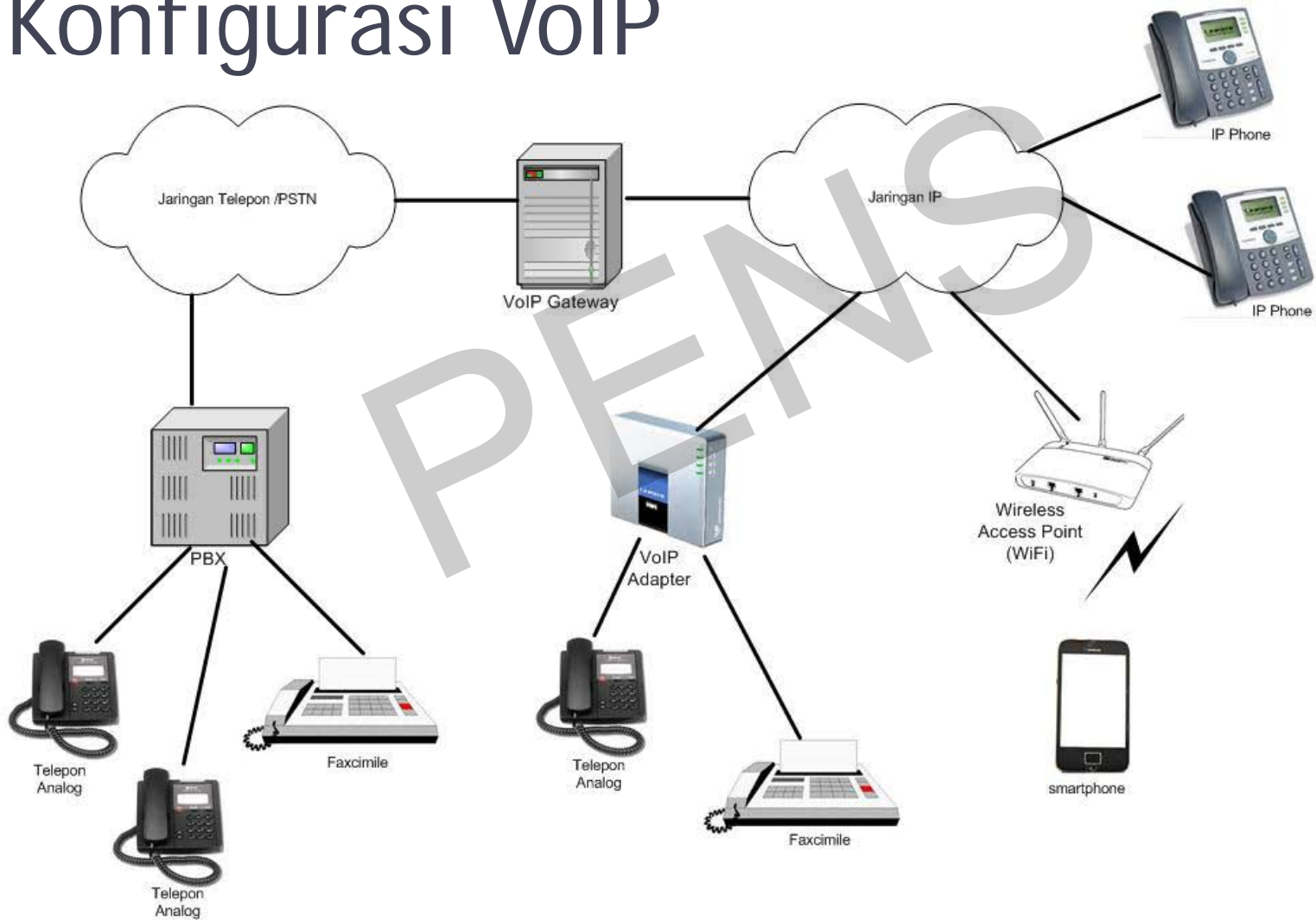
Definisi

- Teknologi ini dikenal dengan beberapa istilah: Internet Telephony, Voice over IP (VoIP), IP Telephony
- Disebut Internet Telephony atau IP Telephony karena menggunakan Internet sebagai media transport informasi / datanya.
- Disebut VoIP karena informasi voice dibawa melalui media IP, bukan media teleponi

Penggunaan Internet / IP

- Jaringan IP merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switched*
- Jaringan IP adalah jaringan yang bersifat global, tidak berdasarkan zona → bisa menekan biaya percakapan.
- Kualitas suara (voice) yang dilewatkan jaringan IP tidak sejernih jika dilewatkan jaringan teleponi (circuit-switched) dengan delay yang relatif besar, ini karena internet didisain untuk melewatkan paket data komputer, bukan suara

Konfigurasi VoIP



Cara kerja Sistim Telepon

1. Off hook dan mendengar nada sambung (dial tone), artinya mendapat sambungan dengan sentral telepon.
2. Men-dial nomor tujuan, selanjutnya panggilan di-rute kan melalui switch.
3. Sambungan dibuat menggunakan beberapa interkoneksi switch sampai tujuan.
4. Sisi kirim mengangkat handset berarti menjawab panggilan
5. Pemanggil on hook, berarti memutus sambungan. Circuit menjadi tertutup (circuit closed) dan jalur menjadi free.

Bagaimana dengan VoIP ?

- VOIP melibatkan packet switching, sehingga tidak memerlukan koneksi jaringan yang konstan.
- Komputer pengirim membagi data menjadi bentuk paket. Setiap paket berisi alamat sehingga perangkat jaringan yang dilewati tahu kemana paket dikirim.
- Di dalam setiap paket ada *payload*. Payload adalah sesuatu yang ditransmisikan.
- Paket-paket ini kemudian dikirim melalui *router* yang akan mengirim ke *router* berikutnya hingga sampai di tujuan.
- Komputer penerima meletakkan paket-paket dalam urutan seperti semula menggunakan instruksi yang dibawa di dalam paket. Instruksi-instruksi ini penting karena paket-paket bisa dikirim melalui jalur yang berbeda dan datang dalam waktu yang tidak beraturan.

Pemrosesan Panggilan pada Sistem VoIP

- Melalui **Analog Telephony Adapter (ATA)**:
 1. Saat *OFF Hook*, ada sinyal yang dikirim ke ATA
 2. ATA menerima sinyal dan mengirim kembali dial tone (nada sambung)
 3. Saat men-dial nomor tujuan, tone dikonversikan menjadi format digital dan disimpan sementara di ATA
 4. Nomer tersebut kemudian dikirim ke prosesor pemanggil VoIP dalam format *request* (permintaan sambungan).
 5. Prosesor pemanggil mengecek apakah format penomorannya sudah valid, kemudian menentukan rute terbaik dari panggilan tersebut.
 6. Nomer telepon kemudian ditranslasikan ke IP address.
 7. Perangkat *soft switch* (bisa berupa PBX) menyambungkan pemanggil dengan tujuannya.
 8. Sebuah sinyal dikirim dari *soft switch* untuk membunyikan telepon tujuan
 9. Jika telepon tujuan diangkat maka sesi percakapan dimulai.
 10. Selama percakapan terjadi, paket data dikirim bolak-baik di antara dua bagian tersebut (pemanggil dan tujuan).
 11. Jika salah satu perangkat telepon *hang up*, rangkaian menutup, ATA mengirim sinyal ke *soft switch* untuk mengakhiri sesi.

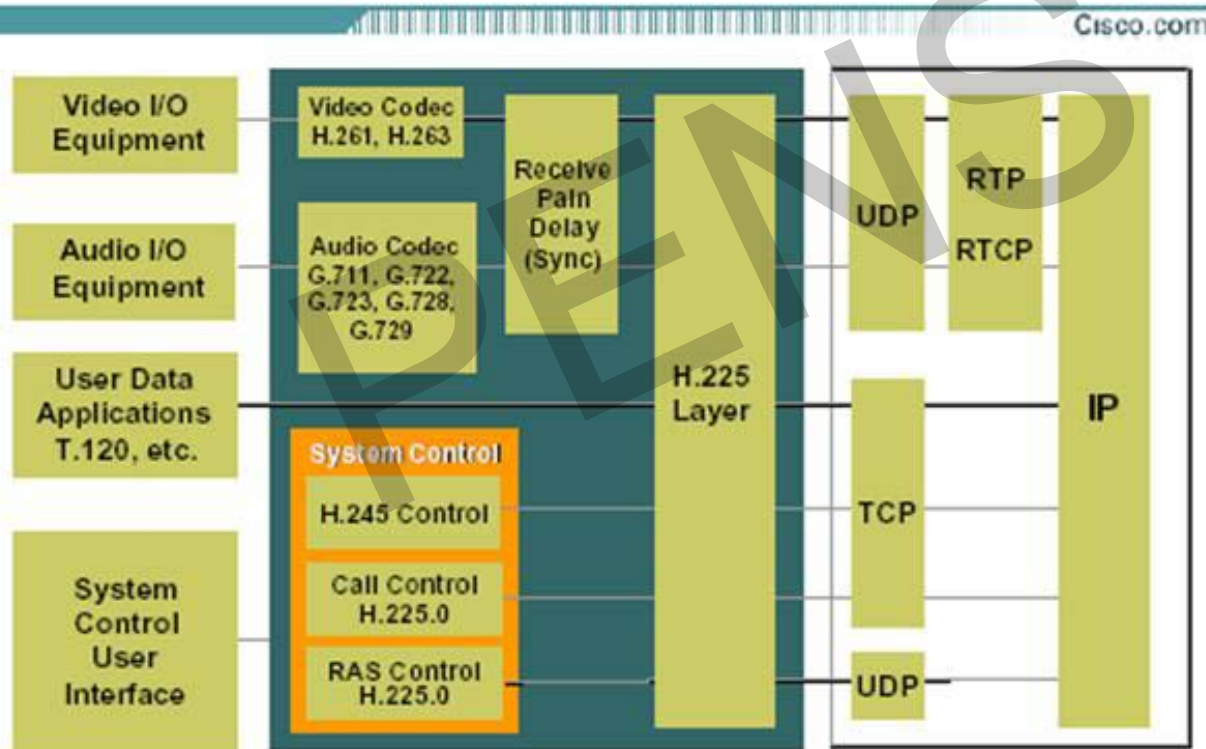
Standarisasi dan Protokol VoIP

1. **H.323**
 - Dipublikasikan oleh ITU-T
 - Merupakan pengembangan protokol H.320 ISDN
2. **SIP (Session Initiate Protocol)**
 - Dipublikasikan oleh IETF
 - Dikembangkan untuk konferensi multi-party
3. **MGCP (Media Gateway Control Protocol)**
 - Dikembangkan oleh Cisco, Telcordia and Level 3
 - Dipublikasikan oleh IETF sebagai RFC 2705
4. **Megaco (H.248)**
 - Seperti protokol MGCP
 - Merupakan standarisasi joint dari ITU-T dan IETF
5. **SCCP (Skinny Call Control Protocol)**
 - Merupakan protokol khusus Cisco untuk mengontrol bermacam-macam tombol pada telepon.
 - Saat ini fungsinya sudah diambil alih SIP

H.323

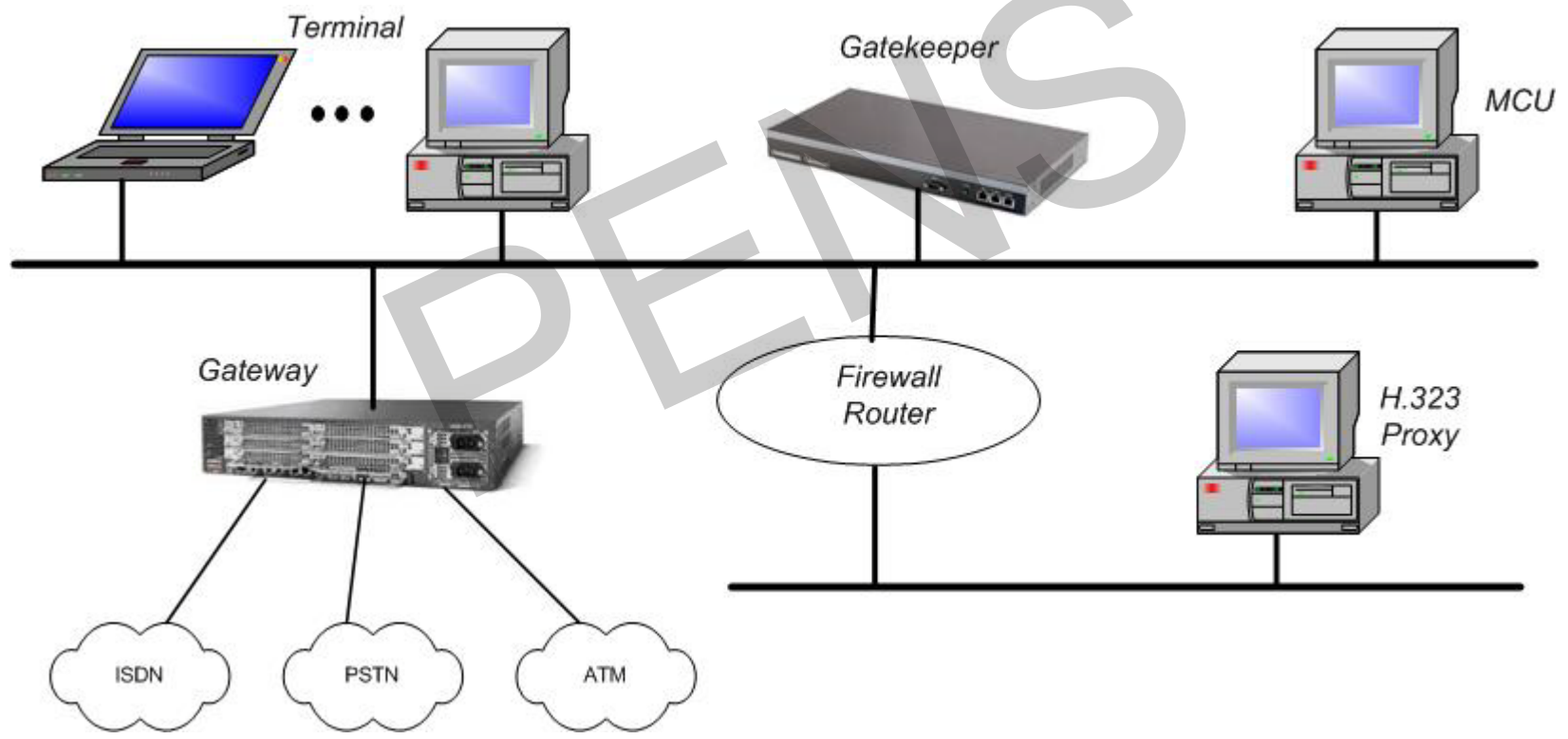
- **H.323 merupakan kumpulan dari beberapa standard:**
 - H.225 Signaling: RAS, Call Signaling and Annex G
 - H.245 Multimedia Control Protocol
- **Standard-standard lain yang berhubungan:**
 - H.235 Security untuk sistim berbasis H.245
 - H.245 Interworking dengan PSTN
 - H.450 Supplementary Services

Lingkup Rekomendasi H.323

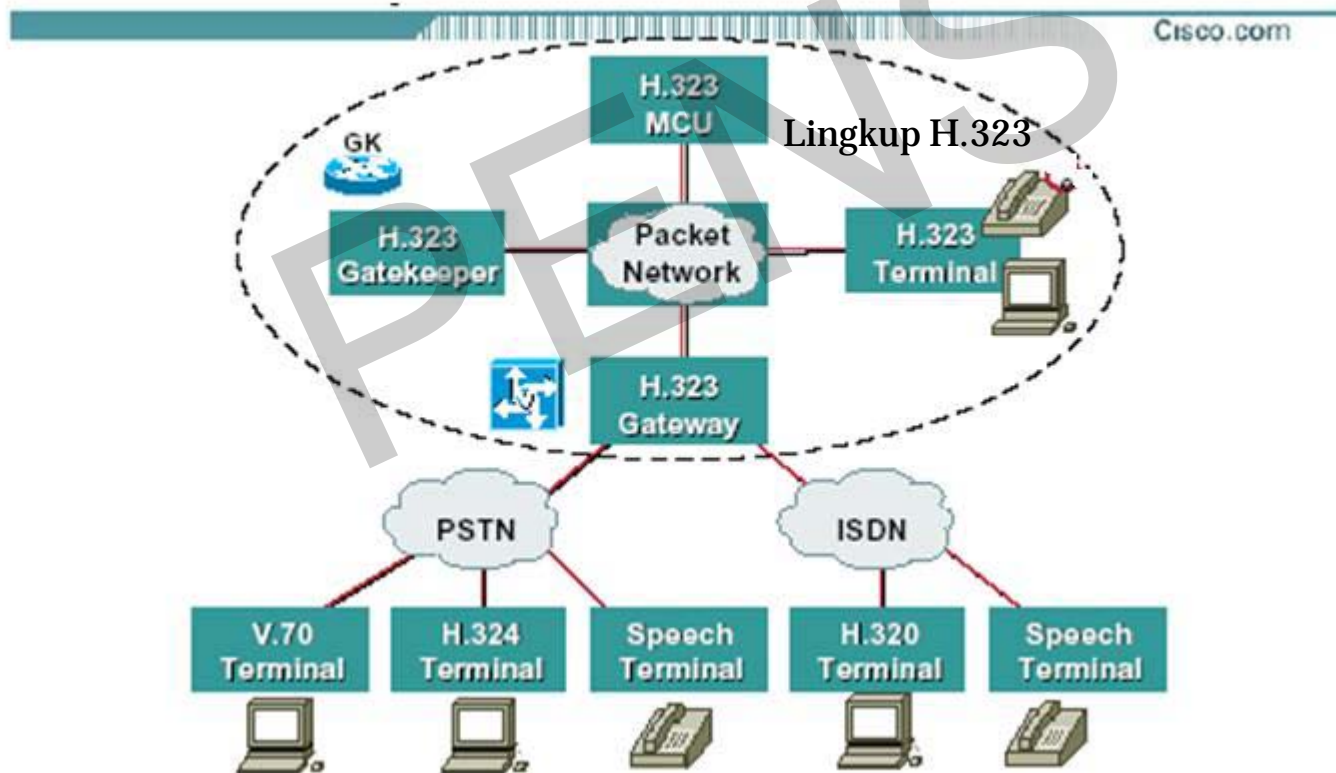


Sumber: Cisco

Konfigurasi H.323



Topologi H.323



Sumber: Cisco

Perangkat H.323

1. Gatekeeper

- Me-manage sebuah zona yang terdiri dari terminal-terminal H323 dan melakukan fungsi-fungsi tertentu, di antaranya: pengalamatan, otorisasi dan validasi terminal dan gateway, manajemen bandwidth, akuntansi, *billing* dan *charging*.
- Tempat registrasi User / client sebelum *on line*.
- Menyediakan ruting pengalamatan, yang mengubah nomor-nomor telepon dan alamat alias ke alamat jaringan.

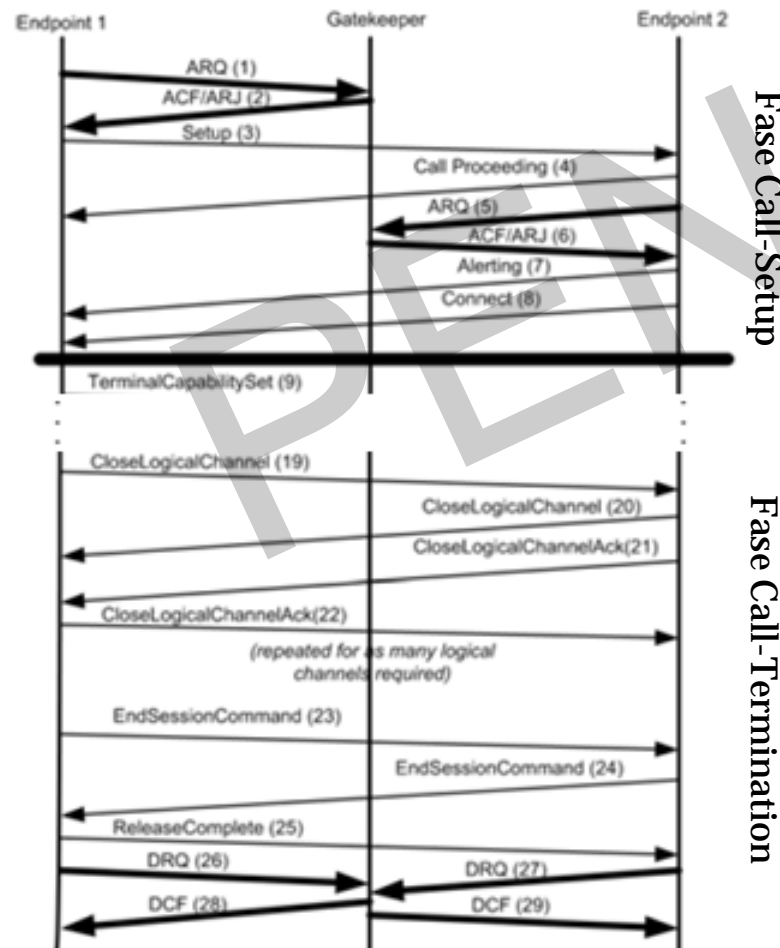
2. Gateway

- Bertugas mengintegrasikan perangkat dari jaringan non-IP dengan perangkat dari jaringan IP.
- Menterjemahkan protokol-protokol untuk *call setup* dan *release*

3. MCU (Multi-point Control Unit)

- Untuk layanan konferensi tiga terminal H.323 atau lebih
- Mengatur bahan untuk konferensi, memastikan *coder* dan *decoder* dari audio dan video

Fase Call Set-up dan Call-Termination H.323

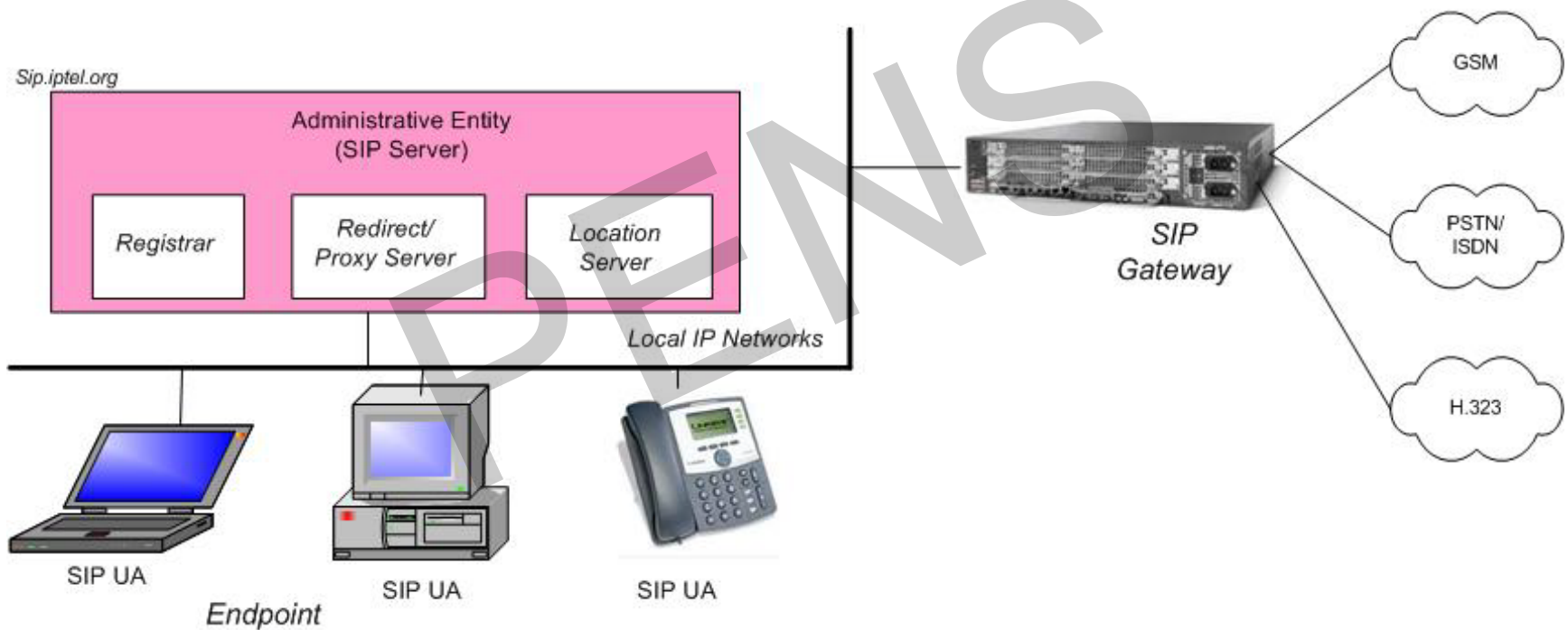


Sumber: Rizal, A, 2008, Desain, Implementasi, dan Analisis Interkoneksi Antara Protokol H.323 dan SIP Pada Jaringan Voip, Skripsi, FMIPA, IPB

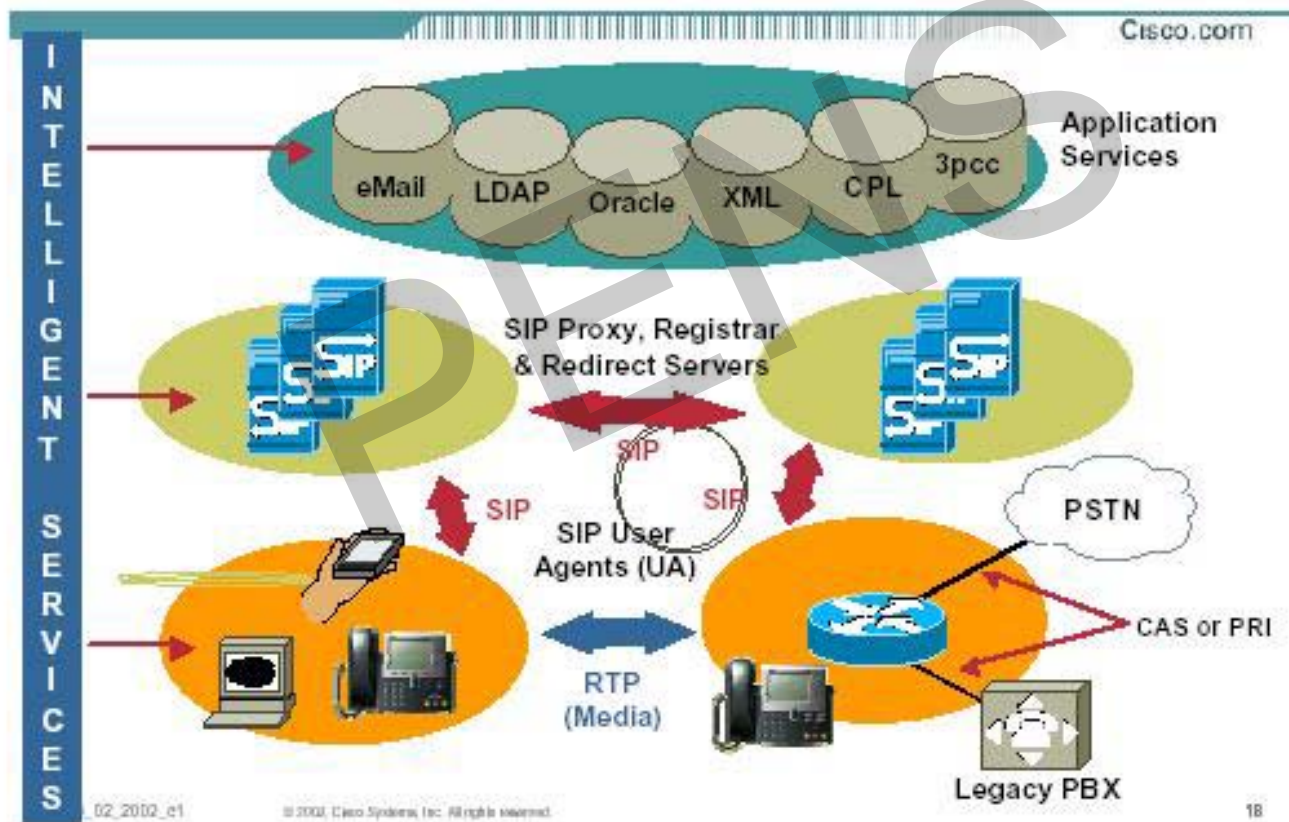
SIP

- Dikembangkan untuk konferensi multi-party
 - Beberapa standard SIP:
 - RFC 3261 mendefinisikan core SIP protocol
 - RFC 3262 Reliable Provisional Responses
 - RFC 3263 Server Location
 - RFC 3265 SIP Events
 - RFC 3264 Offer / Answer model
- ⇒ SIP butuh standart-standart berbeda untuk mengintegrasikan peralatan dengan vendor yang berbeda. Sehingga untuk membangun komunikasi berbasis “sesi” ini diperlukan beberapa jenis protokol penunjang.

Konfigurasi SIP



Arsitektur SIP



Perangkat SIP(1)

- Endpoint

- Berupa **SIP User Agents (UA)**, terdiri dari:
 1. *User Agent Clients (UAC)*, aplikasi *client* yang menginisialisasi *SIP request*
 2. *User Agent Servers (UAS)*, aplikasi yang menghubungi user/client ketika menerima suatu *SIP request* dan mengembalikan *response*.
 3. Beberapa perangkat yang memiliki aplikasi sebagai *User Agent* adalah: *IP Phone, Gateway, Automatic Answer Machine*.

User Agent pada sistim VoIP



Perangkat SIP(2)

- SIP Server

- **Proxy server :**

- mem-forward *request* dan *response* dari UA
 - Perangkat ini tidak bisa membangkitkan *request* sendiri

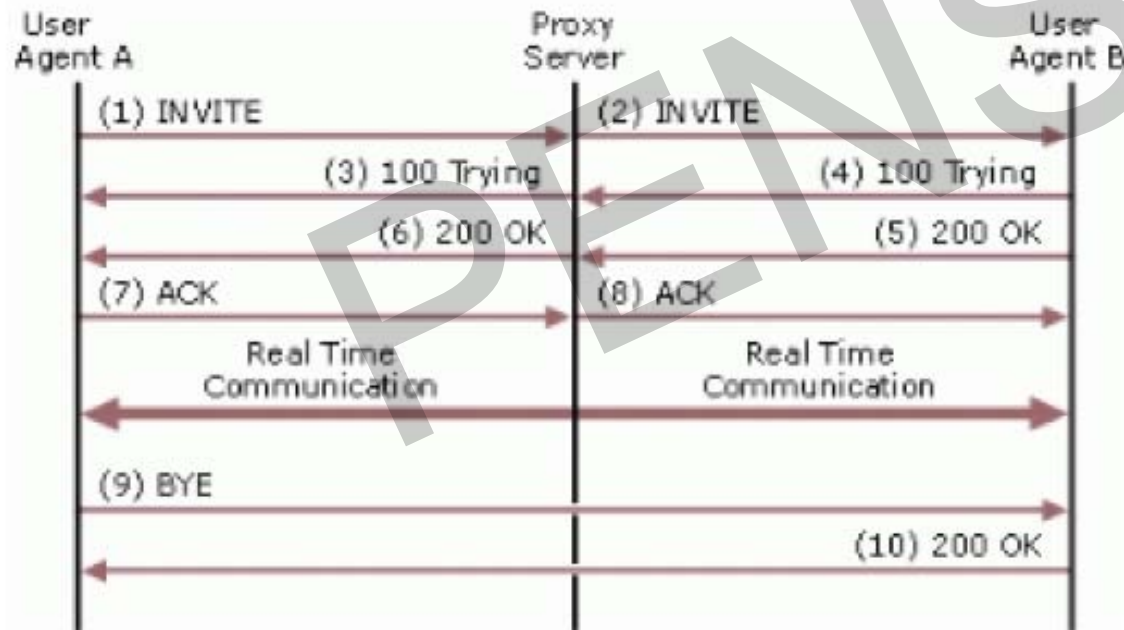
- **Registrar Server:**

- adalah UAS yang merekam lokasi dari client/merupakan tempat registrasi client
 - Sebuah registrar umumnya dalam satu lokasi dengan proxy
 - Registrar tidak pernah mem-forward request

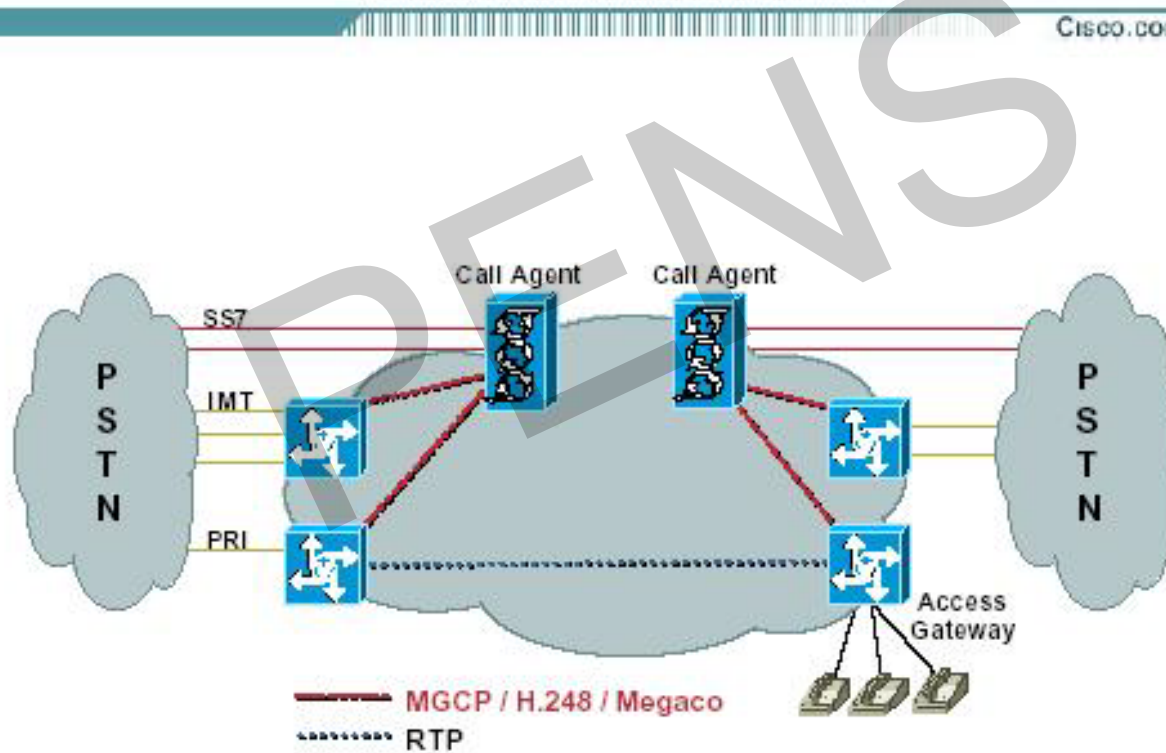
- **Redirect Server:**

- Berfungsi menerima inisiasi dalam bentuk *request SIP INVITE*.

Fase Call-Setup, Communication dan Call-Termination SIP



Arsitektur MGCP



Interface dengan PSTN (1)

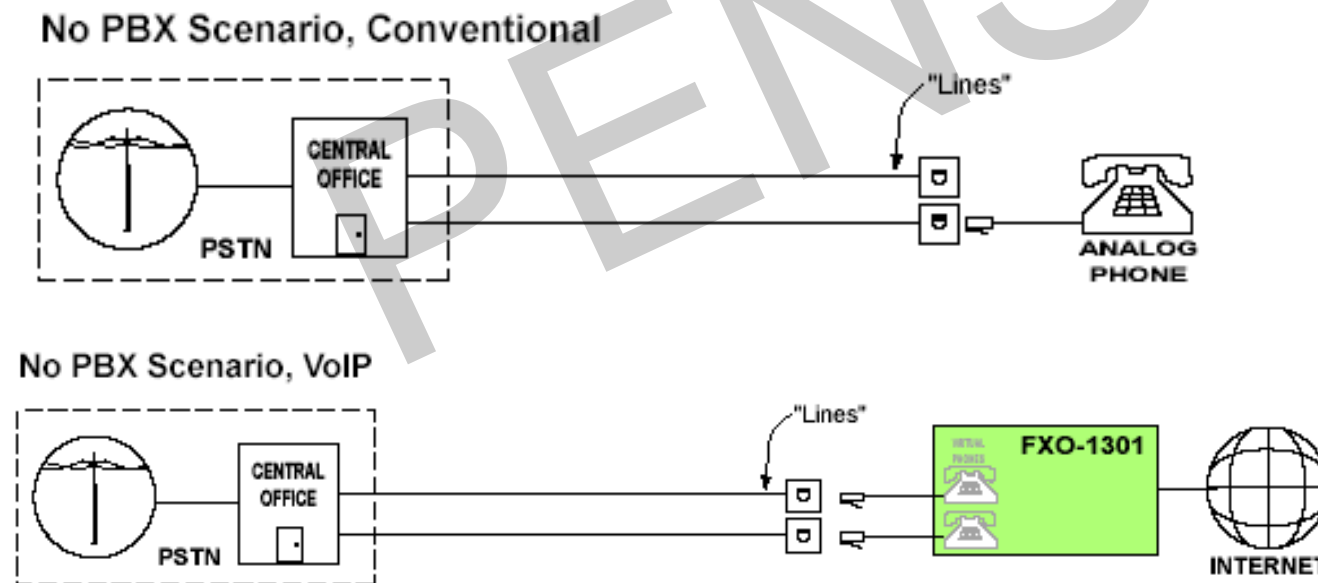


FXO

- **FXO (*Foreign eXchange Office*)**
 - Interface antara PSTN dengan perangkat VOIP lokal yang terhubung dengan internet.
 - Interface yang menerima layanan dari CO jaringan teleponi (PSTN)
 - Interface FXO mengarah ke jaringan PSTN
 - Layanan teleponi yang dibawa berupa: indikator on-hook/off-hook (*loop closure*)

Cara Kerja FXO(1)

- Skenario Tanpa PBX

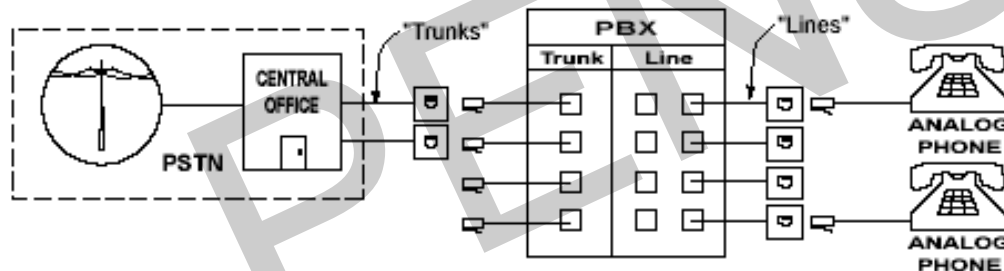


Sumber: QTelNet

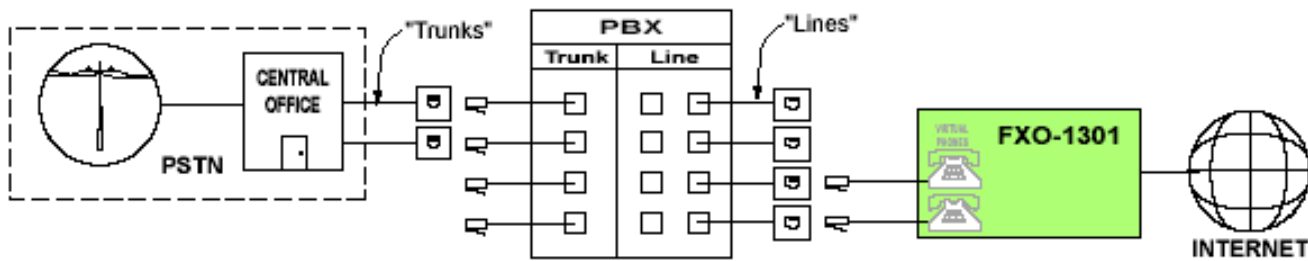
Cara Kerja FXO(2)

- Skenario dengan PBX

PBX Scenario, Conventional



PBX Scenario, VoIP



Sumber: QTelNet

Interface dengan PSTN (2)



FXS

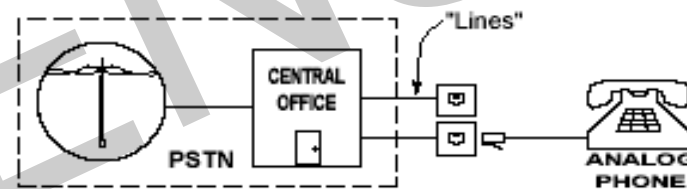
- **FXS (Foreign eXchange Station)**

- Interface yang mengkoneksikan perangkat analog dengan jaringan internet.
- Contoh: ATA (*Analog Telephone Adapter*)
- Interface ini mengarah ke jaringan internet
- Perangkat ini menyediakan layanan PSTN kepada pesawat telepon analog yang terhubung dengannya, seperti: dial tone, tegangan ring dan arus baterai

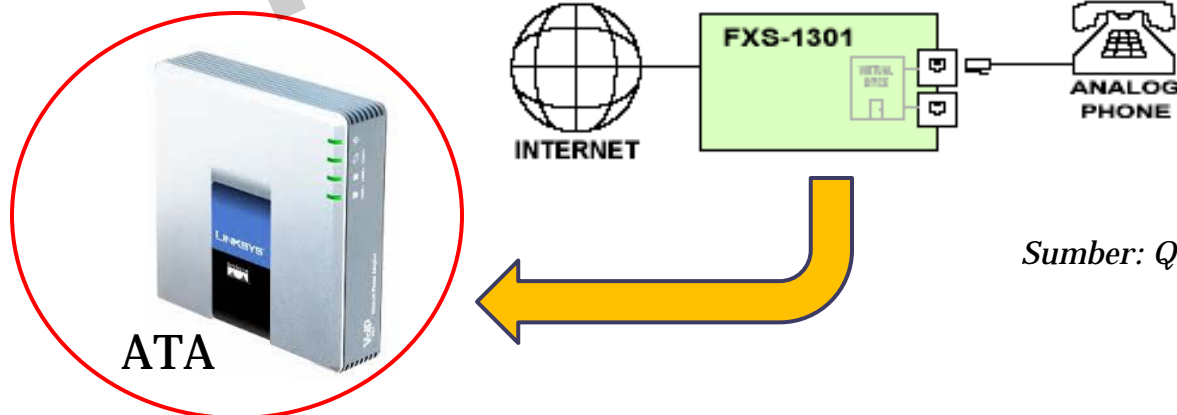
Cara Kerja FXS(1)

- Skenario tanpa PBX

No PBX Scenario, Conventional



No PBX Scenario, VoIP

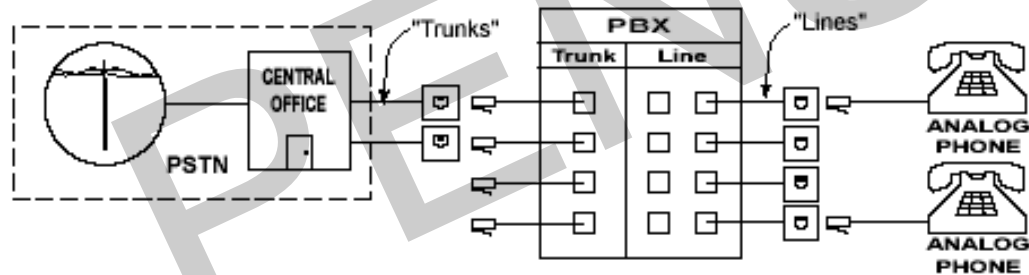


Sumber: QTelNet

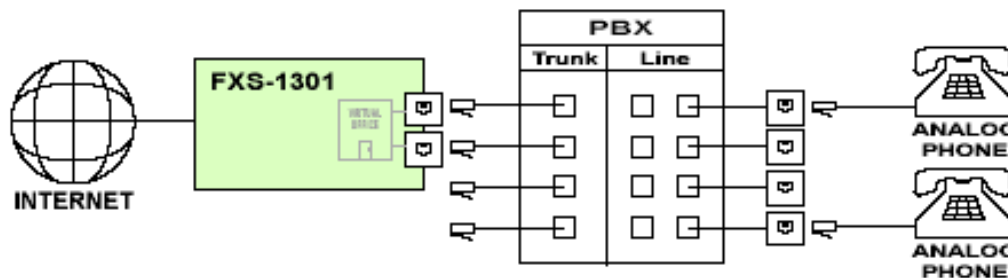
Cara Kerja FXS (2)

- Skenario dengan PBX

PBX Scenario, Conventional



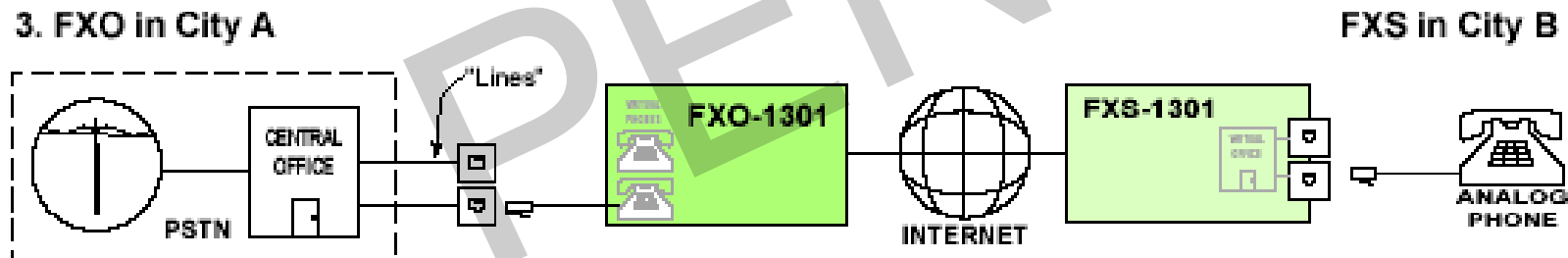
PBX Scenario, VoIP



Sumber: QTelNet

Kombinasi interface FXO dan FXS

- Sistem VoIP sebagai *backbone* di jaringan teleponi



Fungsi Dasar VoIP

- *Signaling*
- *Database services*
 - Pemetaan Alamat (IP ke Phone number) dsb.
- *Call connect dan disconnect (bearer control)*
- *Operasi CODEC (Coding/Decoding)*
 - Untuk Enkapsulasi suara menjadi paket data

Proses Encoding

- Telepon pemanggil dan tujuan harus menggunakan tipe encoder yang sama.
- Suara pemanggil pada proses encoding, dipotong-potong menjadi potongan dengan durasi 30 ms untuk setiap potongannya.
- Setiap potongan merepresentasikan sebuah paket data.
- Sebuah paket diberi nomor dan *time stamp*, diperlakukan sebagai paket UDP, dan dikirim ke tujuan melalui internet.
- Apabila ada jeda pada saat percakapan, paket menjadi lebih kecil dan hanya dikirim satu paket setiap 180 ms.

Beberapa CODEC yang digunakan dalam VoIP

ITU Standard	Description	Bandwidth (Kbps)	Conversion Delay (ms)
G.711	PCM	64	< 1.00
G.721	ADPCM	32, 16, 24, 40	< 1.00
G.728	LD-CELP	16	~ 2.50
G.729	CS-ACELP	8	~ 15.00
G.723.1	Multirate CELP	6.3, 5.3	~ 30.00

Sumber: Juniper Networks

Tantangan yang perlu diperhatikan dalam sistim VoIP

- Latency
- Jitter
- Bandwidth
- Packet loss
- Reliability
- Scalability
- Security
- Features
- Interoperability

Latency

- Waktu yang diperlukan sebuah paket untuk sampai ke tujuan.
 - Packet switching overhead
 - Congestion
- Latency dapat menyebabkan masalah pada sinkronisasi suara
- Efek langsung pada kualitas suara
 - Delay kurang dari 150 ms bisa tidak terdeteksi
 - Delay lebih dari 500 ms menghasilkan suara yang putus-putus
- Efek tidak langsung pada kualitas suara
 - Echo – akibat pemakaian *headset* (meskipun ini bisa diminimalisasi) . Jika lebih dari 25 ms dapat menyebabkan terhentinya pembicaraan

Jitter

- Delay dalam penerimaan sebuah paket, yaitu selisih antara waktu kedatangan paket terhadap waktu tertentu dimana paket diharapkan sampai ke tujuan.
- Besarnya delay dipengaruhi oleh besarnya kemungkinan tumbukan antar paket di dalam jaringan.
- Semakin besar beban trafik pada jaringan, semakin besar kemungkinan terjadi *congestion*, semakin besar nilai *jitter*.
- Nilai *jitter* yang distandard-kan untuk kualitas layanan adalah 0 – 100 ms.

Bandwidth

- Apabila sebuah bandwidth di-share (dipakai bersama) untuk melewatkan data suara dan data, maka ada bagian tertentu dari bandwidth tersebut di dalam jaringan yang dialokasikan untuk komunikasi suara.
- Oleh karena itu alokasi untuk paket data lainnya juga akan berkurang.
- Manajemen bandwidth pada sistem VoIP menjadi issue yang perlu mendapat perhatian serius.

Packet Loss

- Packet loss tidak bisa dihindarkan dalam pengiriman data di jaringan
- Beberapa penyebab packet loss:
 1. *Peak load* (kelebihan beban) pada jaringan.
 2. *Congestion* pada jaringan
 3. *Error* pada media fisik
- Kategori degradasi kualitas layanan berdasarkan standart ITU TIPHON:

Kategori Degredasi	Packet Loss
Sangat baik	0 %
Baik	3 %
Sedang	15 %
Buruk	25 %

Reliabilitas dan Scalabilitas

- Karena menggunakan jaringan komputer, reliabilitas (kehandalan) dari jaringan memiliki dampak pada layanan telepon.
 - Pada industri telepon analog, diperlukan reliabilitas 99,999 persen waktu operasi perangkat (uptime). Disebut five nines.
- Apakah jaringan VoIP mampu mencapai reliabilitas hingga di atas 98% ?
- Scalabilitas dalam sistim VoIP adalah kemampuan untuk penambahan perangkat telepon selama perusahaan pemakainya berkembang.
 - Bandwidth jaringan dan issue-issue lain bisa berdampak dalam lingkup skalabilitas ini.

Security

- Selama VoIP menggunakan internet sebagai media komunikasi, kerentanan terhadap masalah-masalah berikut ini perlu diperhatikan:
 - Hacking
 - Denial of service (penolakan layanan)
 - Eavesdropping (penyadapan)

Fitur dan Interoperabilitas

- Fitur-fitur yang disediakan VoIP harus melebihi atau, paling tidak menyamai fitur yang tersedia pada PSTN, seperti:
 - Call waiting
 - Three way calling dsb
- Perangkat IP telephony dibuat oleh berbagai vendor yang berbeda. Masing-masing harus mampu berkomunikasi satu dengan yang lain.
 - Diperlukan adanya standarisasi protokol.

Rangkuman

1. VoIP merupakan layanan alternatif berkomunikasi yang lebih murah dibandingkan telepon konvensional.
2. Mudah diimplementasikan dan dilakukan pemeliharaan.
3. VoIP mungkin akan berkembang secara popularitas namun tidak bisa menggantikan layanan telepon standard.
4. Berbagai perusahaan menawarkan strategi berkomunikasi model baru dengan harga yang kompetitif. VoIP dapat menjadi salah satunya.
5. Integrasi dari tiga jenis protokol yang berbeda (H.323, SIP dan MGCP) untuk implementasi sistim VoIP dapat direalisasikan