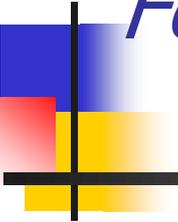


# Teknologi VoIP

## *Format Paket dan Penentu Kualitas VoIP*

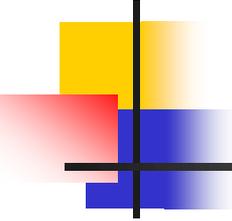


---

Oleh:

Prima Kristalina

Mike Yuliana

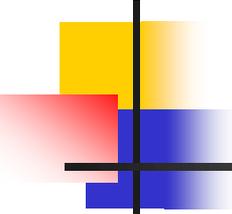


# Topik

---

- Konsep dasar VoIP
- Konfigurasi VoIP
- Jenis-jenis layanan VoIP
- Format paket VoIP
- Pemrosesan paket suara dalam VoIP
- Parameter penentu kualitas VoIP

# Overview



---

## Voice over Internet Protocol/IP Telephony :

Teknologi yang mampu melewatkan trafik teleponi melalui jaringan IP.

## Jaringan IP

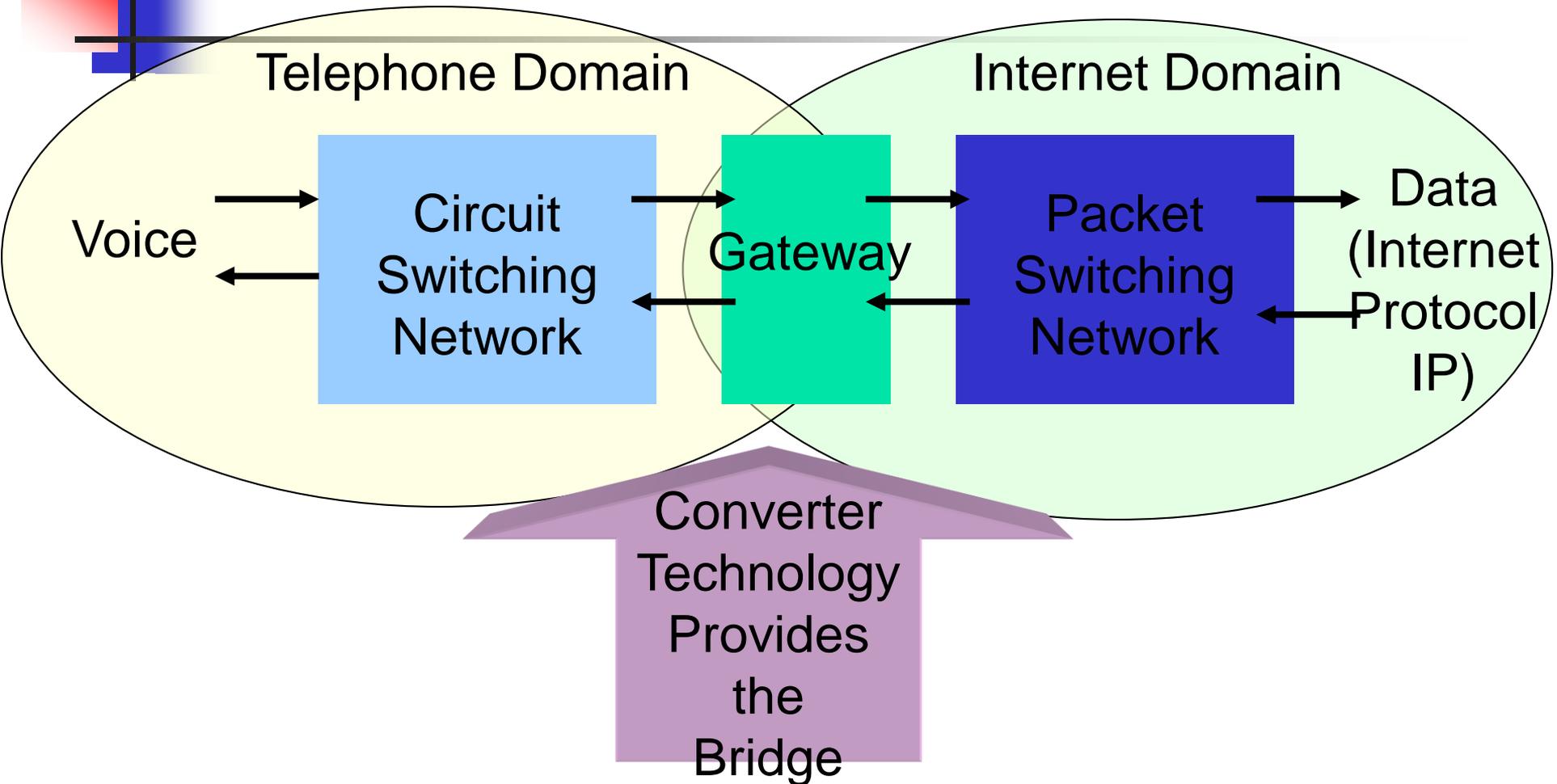
Jaringan IP (Internet Protocol) adalah jaringan komputer yang menggunakan protokol IP untuk mentransmisikan informasi

## Mengapa memilih Jaringan Internet ?

- ✓ Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*
- ✓ Jaringan IP adalah jaringan global → tidak berdasarkan zona  
→ bisa menekan biaya percakapan

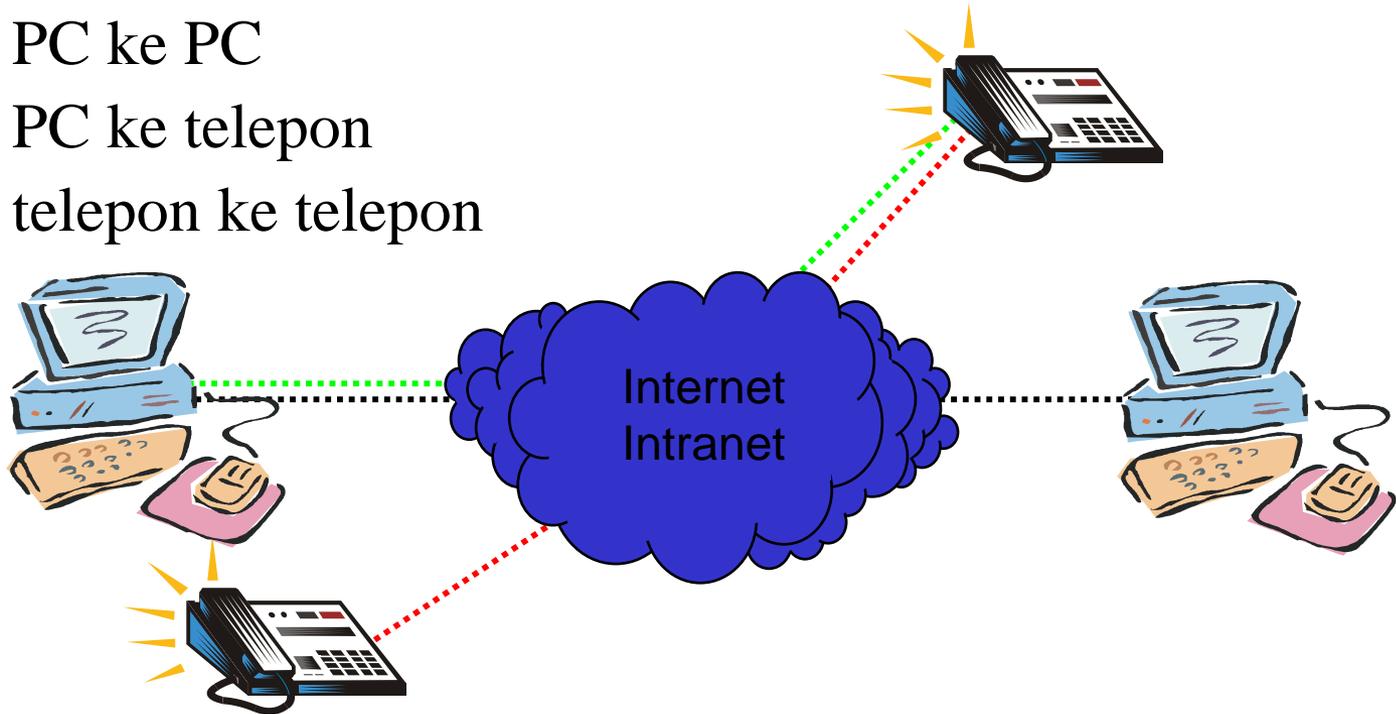
# Konsep Dasar VoIP

**Gabungan antara digital dan teknologi analog**



# Konfigurasi VoIP

- PC ke PC
- PC ke telepon
- telepon ke telepon

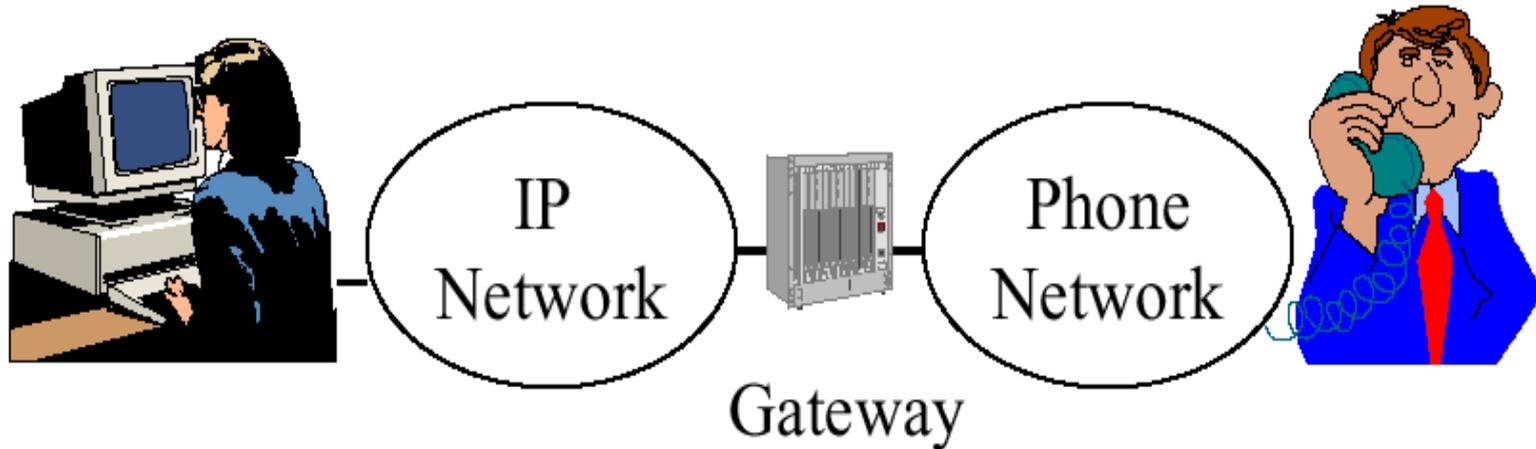


# Skenario 1: PC ke PC



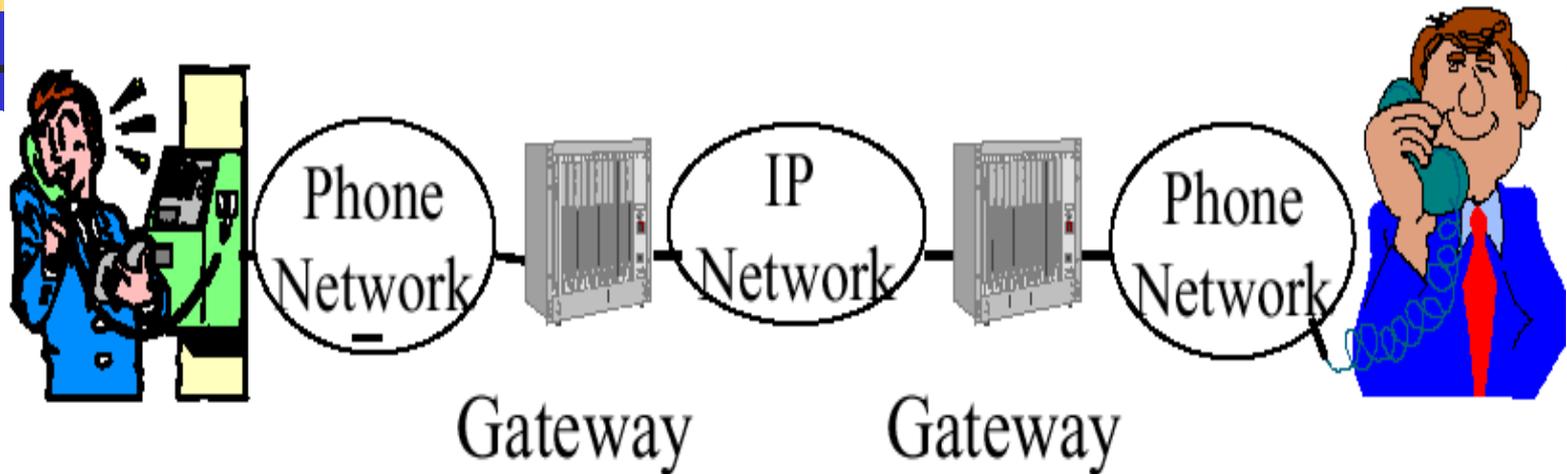
- Butuh PC dengan sound card
- IP Telephony software: Cuseeme, skype, NetMeeting
- Video optional

# Skenario 2: PC ke telepon

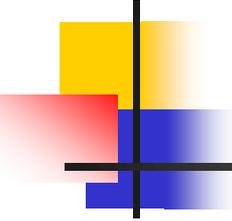


- butuh gateway yg menghubungkan jaringan IP ke jaringan telepon  
→ (Router to PBX)

# Skenario 3: telepon ke telepon



- Butuh lebih banyak gateway yang menghubungkan jaringan IP ke jaringan telepon
- Jaringan IP yang digunakan bisa intra-net atau internet
- Jaringan telepon yang digunakan bisa jaringan PABX atau PSTN

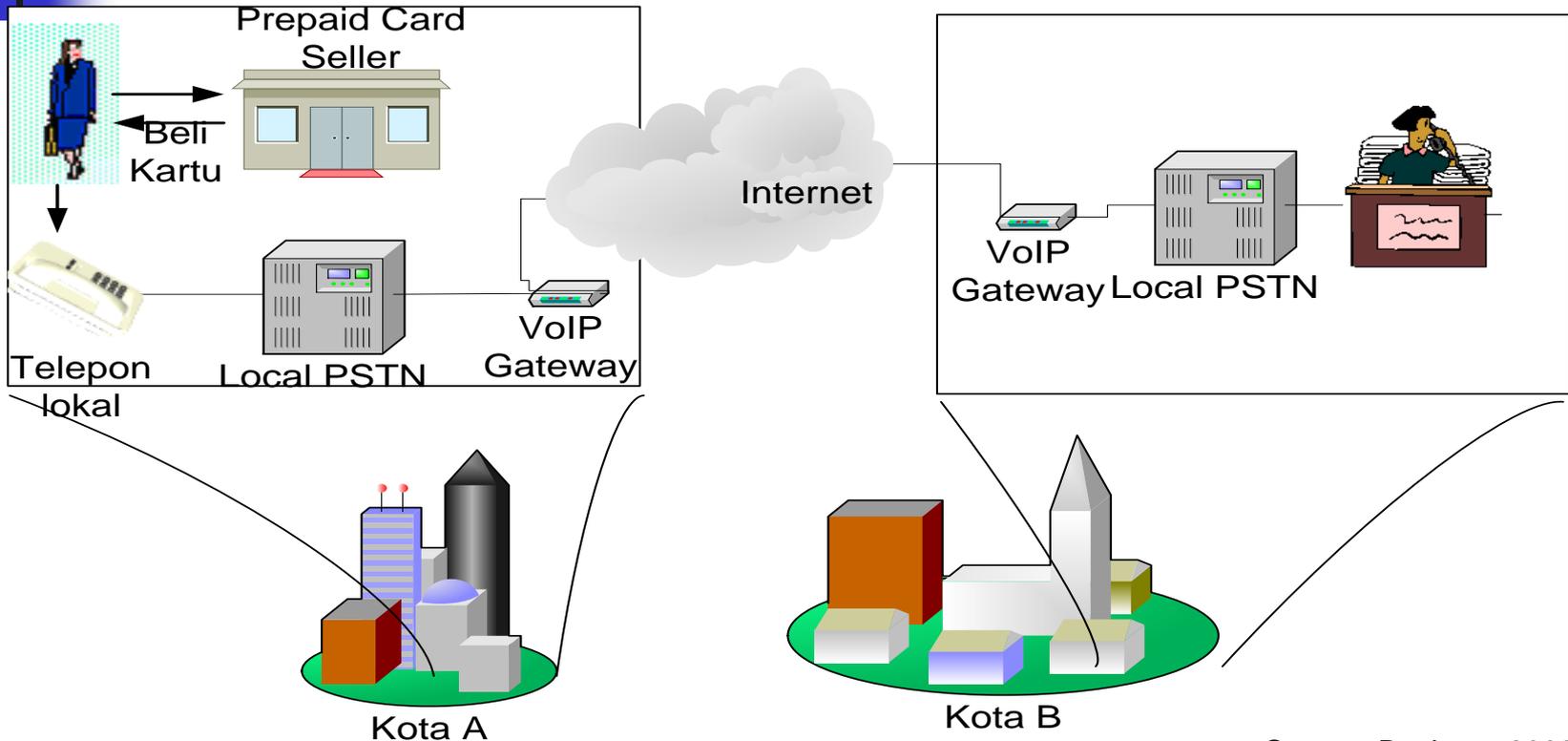


# Jenis-jenis layanan VoIP

---

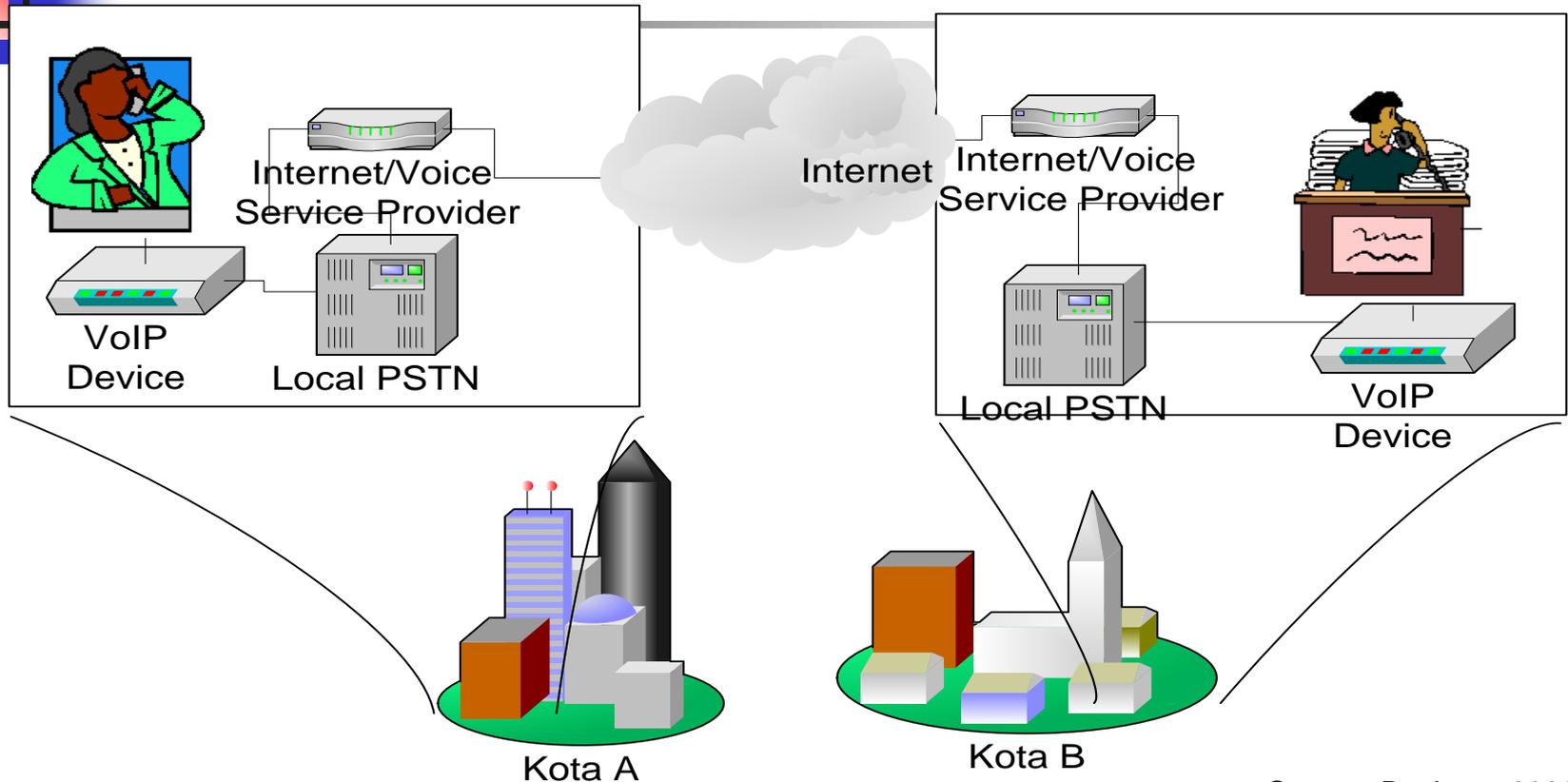
- VoIP untuk public service dan residential
  - untuk general user.
  - Terdapat 3 metode
    - PrePaid Card
    - Device Based
    - Homepage Acces
- VoIP untuk Corporate
  - Untuk perusahaan dengan PABX dan private IP network
  - Terdapat 2 metode
    - Semi IP based
    - Full IP based

# PrePaid Card



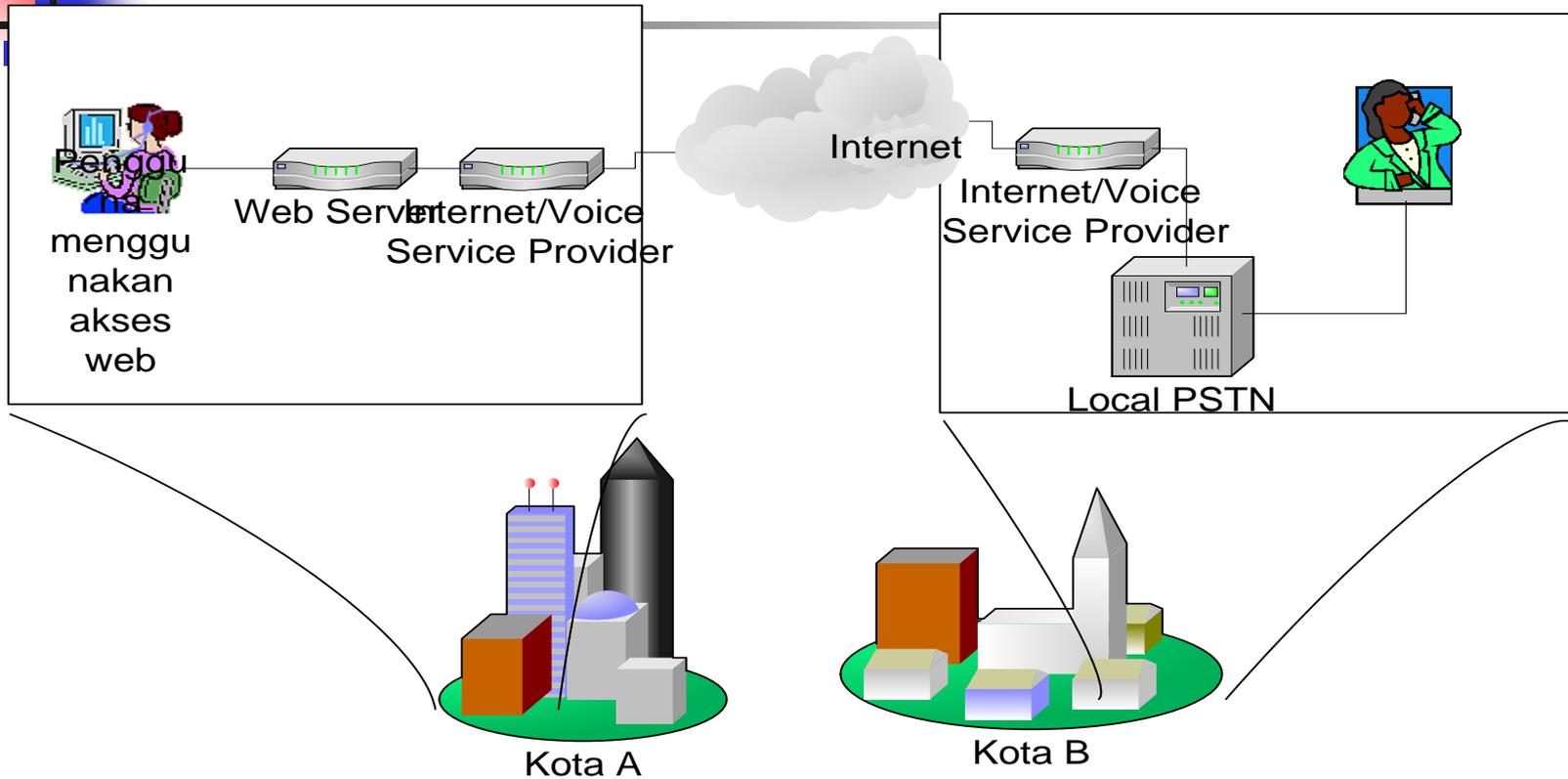
Source: Baskara, 2002

# Device-based VoIP



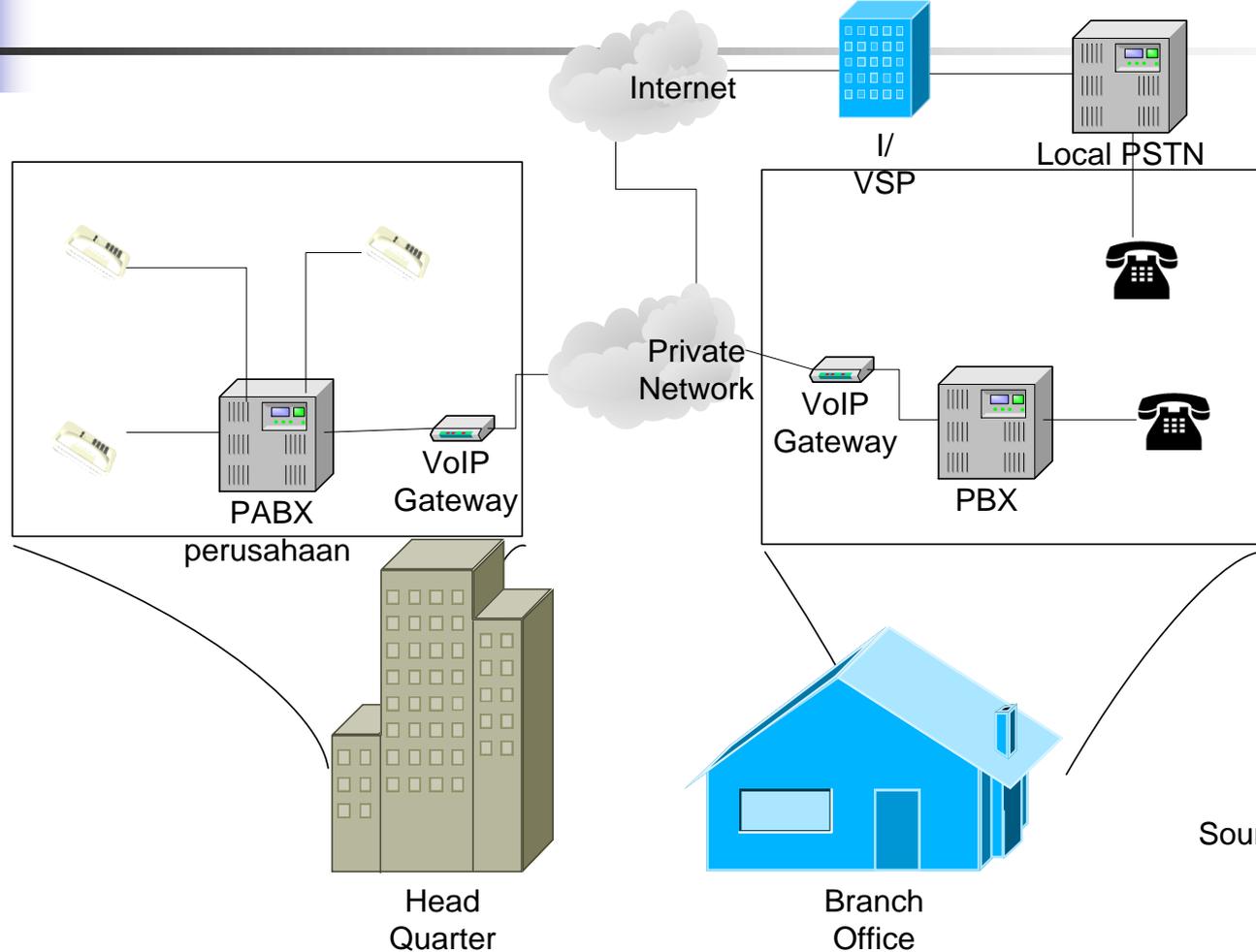
Source: Baskara, 2002

# Homepage Access VoIP



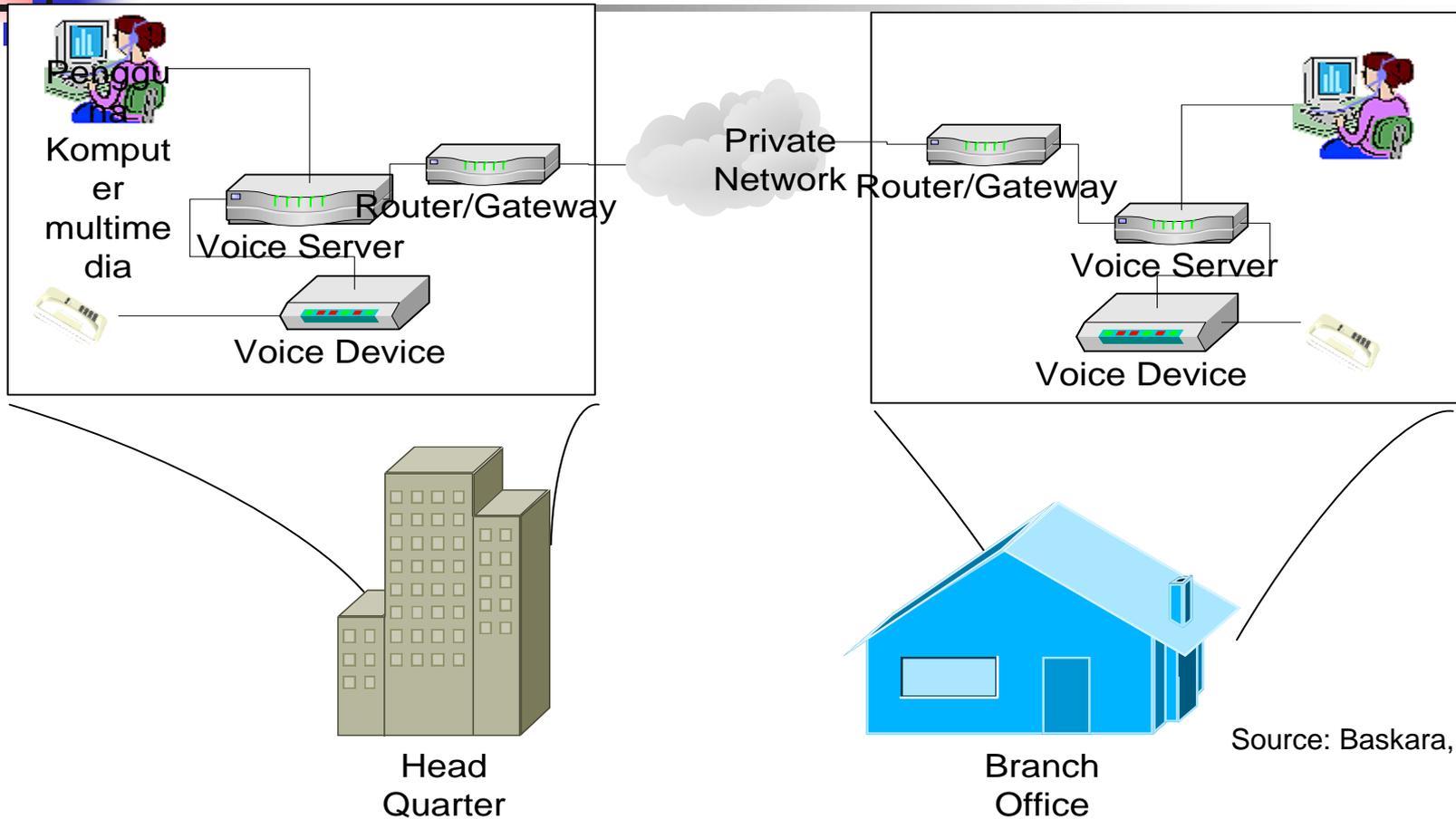
Source: Baskara, 2002

# Semi IP-based VoIP



Source: Baskara, 2002

# Full IP-based VoIP

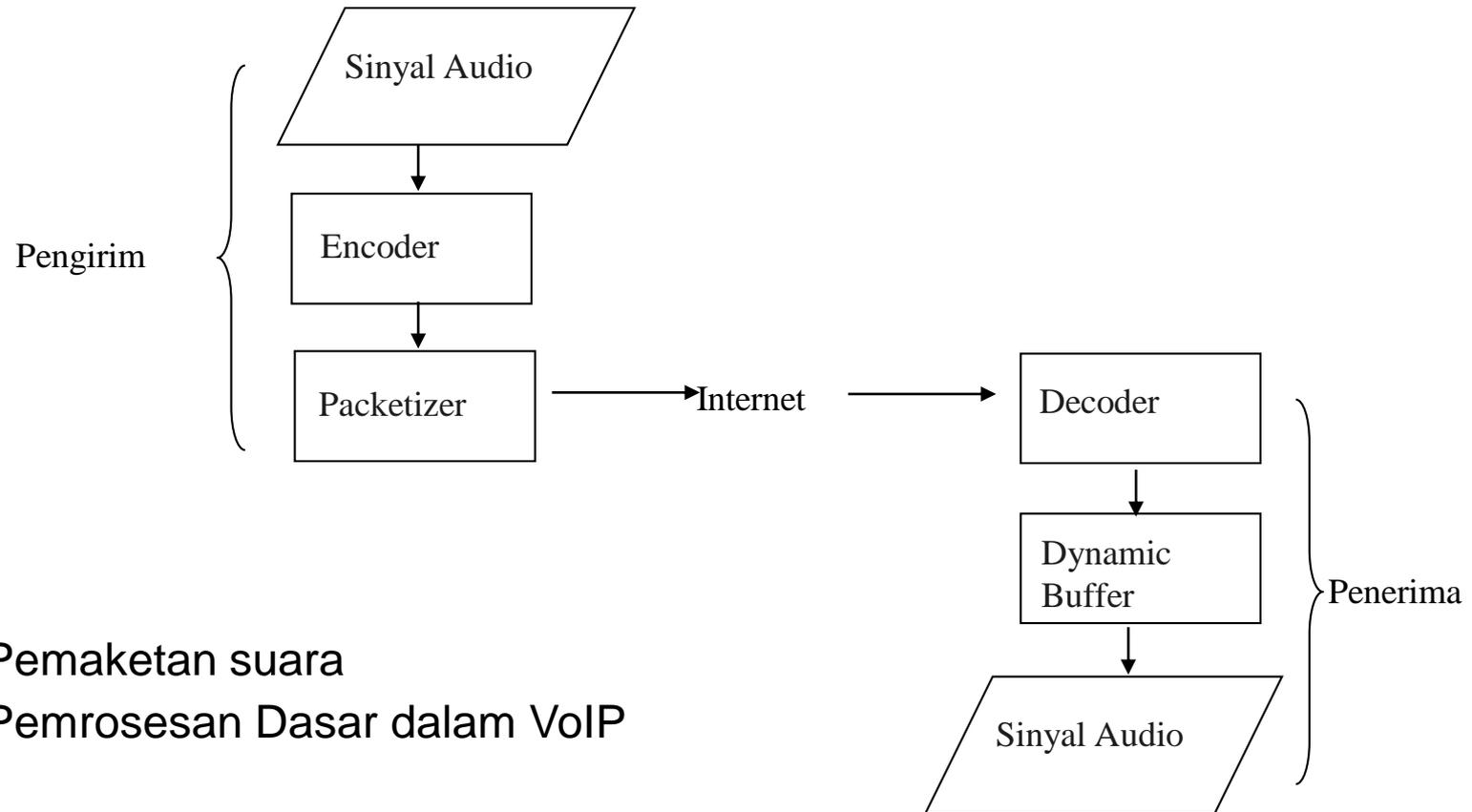


Source: Baskara, 2002

# Format paket VoIP



(a)



(a) Pemaketan suara

(b) Pemrosesan Dasar dalam VoIP

(b)

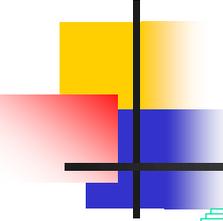
# Konversi Sinyal Analog ke Digital

 Sinyal analog diterima



 Sinyal analog dikonversikan ke digital dengan menggunakan teknik PCM(Pulse Code Modulation)

10110101 11010011 11001001 00100100 00111100 10010011 11100001 00100100 0011110010011 10110101 11010011 11001001 00100100 00111100 10010011 111000010



# PCM Processing

---

 **Echo** dihilangkan

 Voice Activity Detector (**VAD**) menghilangkan silence \*

10110101 11010011 11001001 00100100 00111100 10010011 11100001 00100100 00111100 10010011 10110101 11010011

 Sisa dari sampel PCM diteruskan ke CODECs

\*Beberapa CODECs mempunyai integral VAD. Disini, PCM VAD tidak digunakan.

# PCM to Frames

 Sinyal PCM diberikan ke CODECs

11010011 11001001 00100100 00111100 10010011 11100001 00100101 01101010 11010011 11001001 01001000 10000111 11001001 10011111 10000100 10010010 00111100



 dan frame suara diciptakan

 Beberapa CODECs juga melakukan kompresi terhadap sinyal PCM

 PCM **G.711** membangkitkan 64,000 bits per second

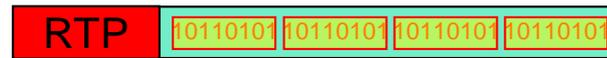
 **G.729a** compression membangkitkan 8,000 bits per second

 Masing-masing frame sepanjang 10 ms long (G.729a) dan terdiri dari 10 bytes dari “speech”

0110101

## Perubahan Frame ke Paket

- Packet Assembler Software di dalam DSP membawa frames dari CODEC dan menciptakan Paket
- Beberapa frames dikombinasikan ke dalam single packet



- 12 byte Real Time Protocol (**RTP**) Header ditambahkan
  - Menyediakan sequence number
  - Time stamp
- Paket diteruskan ke gateway's host processor

# Pengalamatan/Addressing

- Identifikasi Dialed digits yang dilakukan oleh tone detection yang dilakukan oleh DSP digunakan untuk menentukan **destination number**

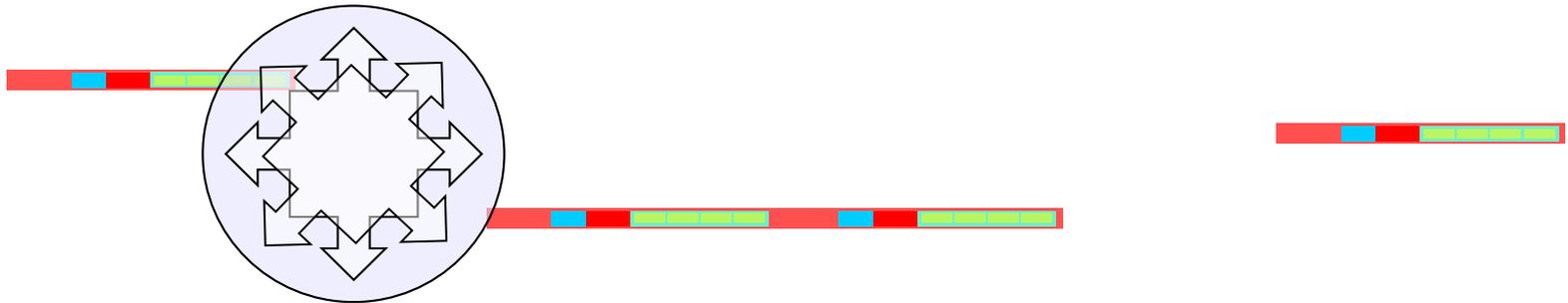
**301-999-1212 = 192.128.100.2**

- Nomor tersebut dipetakan ke dalam **IP Address**
- 20 byte **IP header** yang ditambahkan ke paket terdiri dari:
  - IP address dari gateway (source address)
  - IP address dari destination gateway
- 8 byte **UDP** header yang terdiri dari source dan destination sockets juga ditambahkan



## Pada Internet

 **Routers** dan **Switches** pada Internet mengevaluasi alamat pada IP address untuk mengidentifikasi rute tujuan



# Playout

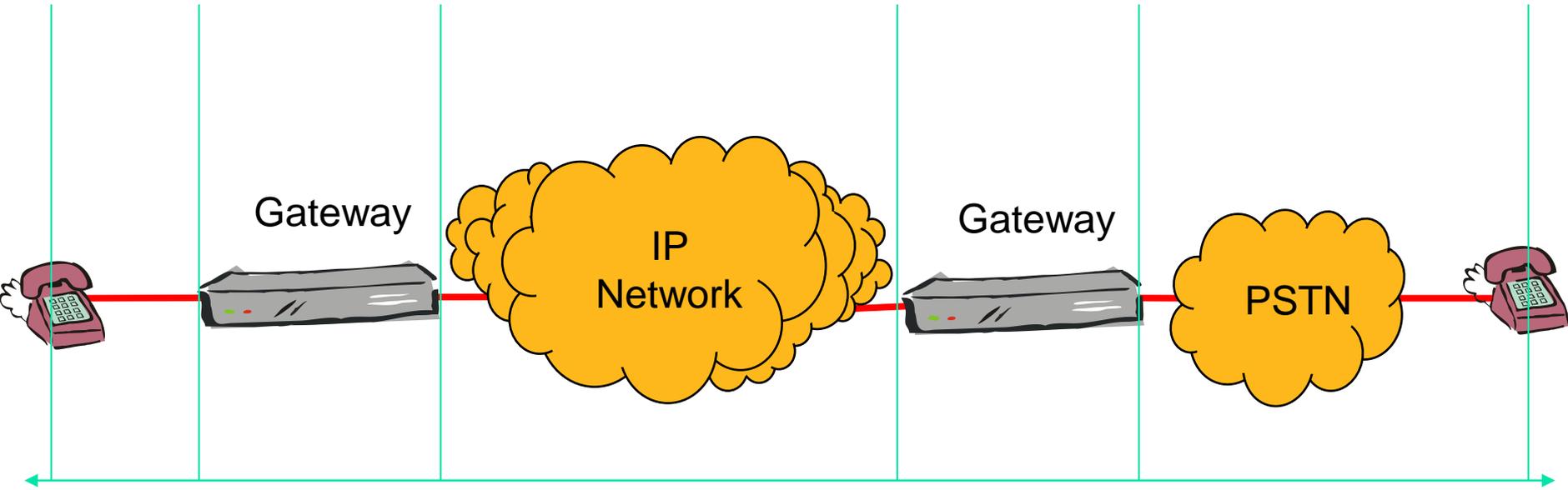
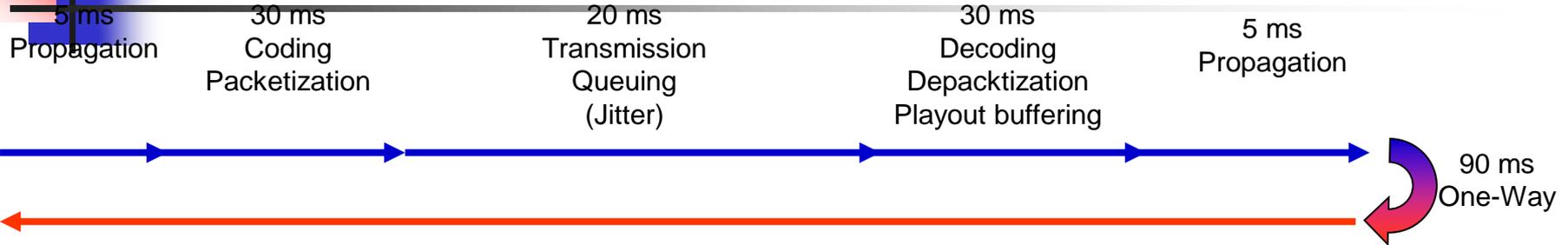
- IP dan UDP header di-remove dari paket pada Microprocessor



- ☞ Paket akan diteruskan ke DSP , sedangkan RTP Header juga akan di-remove
- ☞ Akhirnya, packet yang disassembled meninggalkan voice frames

# Parameter-Parameter Penentu Kualitas VoIP

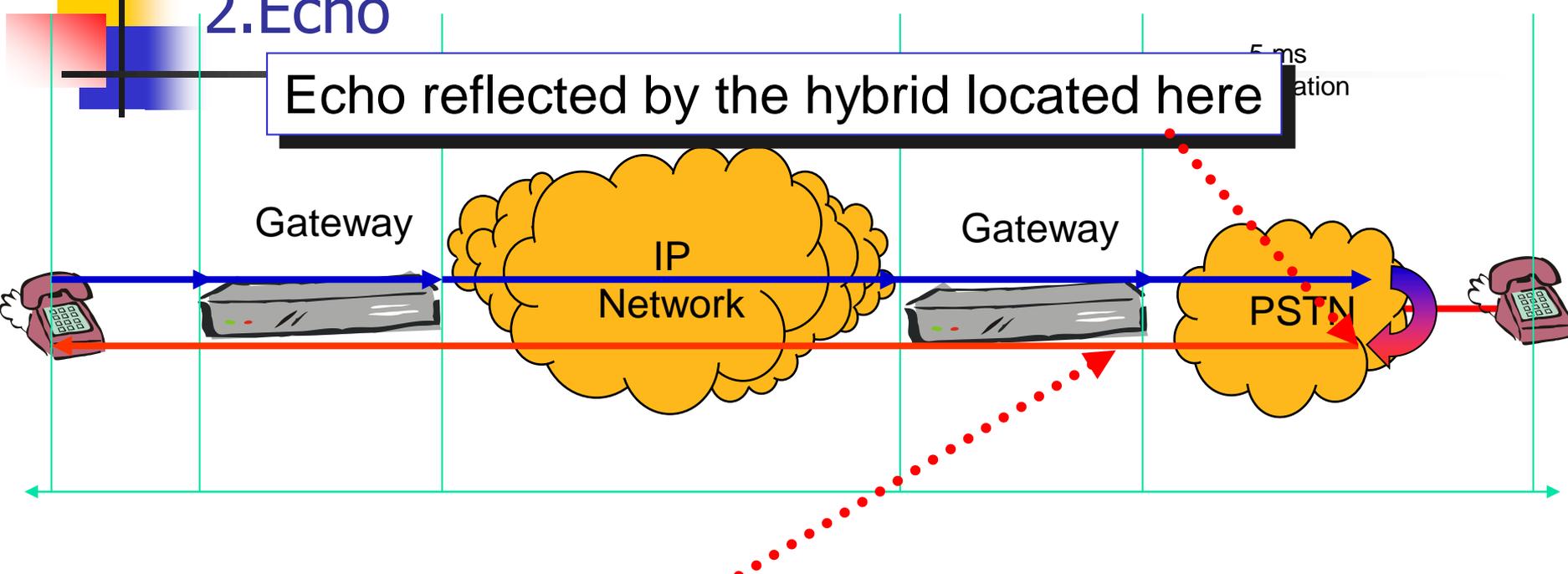
## 1. Delay



## 2. Echo

Echo reflected by the hybrid located here

5 ms  
ation



Disebabkan perbedaan impedansi dari jaringan yang menggunakan *four-wire* dengan *two-wire*.

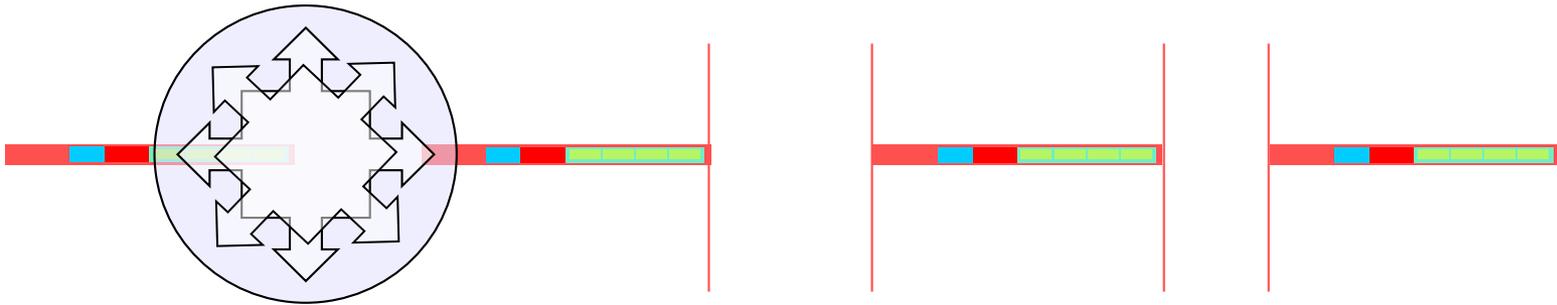
Efek *echo* adalah suatu efek yang dialami mendengar suara sendiri ketika sedang melakukan percakapan. Jika lebih dari 25 ms dapat menyebabkan terhentinya pembicaraan.

### 3. Jitter

Paket suara dibangkitkan secara konstan selama pembicaraan.  
Tidak ada gap antar paket



Peralatan pada jaringan menyebabkan unpredictable amount of delay yang terjadi antar packets



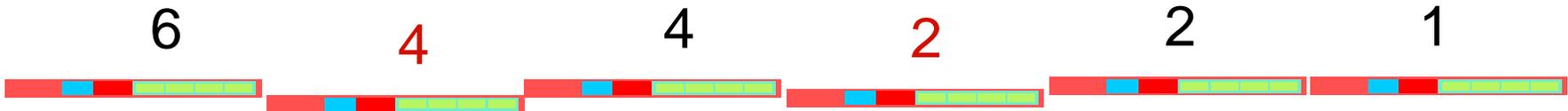
Gap tersebut dinamakan ***jitter***, harus dihilangkan oleh gateway penerima Untuk mendapatkan sinyal suara yang seakurat mungkin

## 4. Lost Packets

- DSP mendeteksi lost packets



☰ dan memainkan paket terakhir yang sukses diterima untuk mengisi gap tersebut



## 5. Out of Order Packets

 Karena kondisi jaringan, paket bisa datang out of order

3

5

4

2

1

- Out of order packets tidak dimainkan begitu datang.....

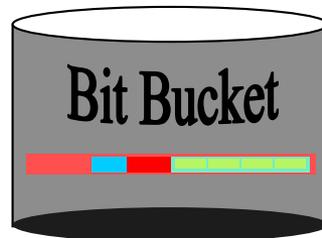
bunyi “Hello” .....

menjadi “o Hell”

- Ketika out of order condition dideteksi missing packet digantikan oleh paket terakhir yang diterima dengan sukses



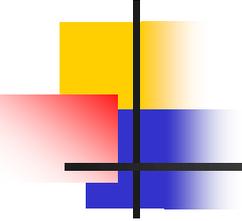
📄 ketika paket yang terlambat akhirnya datang, maka Paket tersebut akan discarded



# MOS

Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk menentukan kualitas suara dalam jaringan IP berdasarkan standar ITU-T P.800. Metode ini bersifat subjektif, karena berdasarkan pendapat perorangan.

Nilai MOS	Opini
5	sangat baik
4	baik
3	cukup baik
2	tidak baik
1	buruk



# Ketidakefektifan Metode MOS

---

- Tidak terdapatnya nilai yang pasti terhadap parameter yang mempengaruhi kualitas layanan suara dalam VoIP
- Setiap orang memiliki standar yang berbeda-beda terhadap suara yang mereka dengar dengan hanya melalui percakapan
- Dibutuhkan pendapat banyak orang untuk mengestimasi nilai MOS tersebut

# Estimasi MOS dengan Metode E-Model

Penyebab penurunan kualitas suara dalam jaringan VoIP meliputi : delay, packet loss dan echo. Pendekatan matematis yang digunakan untuk menentukan kualitas suara dalam jaringan VoIP dimodelkan dengan E-Model sesuai standar ITU-T G.107.

Nilai akhir estimasi E-model disebut dengan R faktor. R faktor didefinisikan sebagai faktor kualitas transmisi yang dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti SNR, echo perangkat, codec dan kompresi, packet loss dan delay.

R Faktor ini didefinisikan sebagai berikut :

$$R = 94,2 - I_d - I_e$$

dengan :

$I_d$  = Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh pengaruh *delay* satu arah

$I_e$  = Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh teknik kompresi dan

*packetloss* yang terjadi

Nilai  $I_d$  ditentukan dari persamaan

$$I_d = 0.024 d + 0.11(d - 177.3) H(d - 177.3)$$

Nilai  $I_e$  tergantung pada metode kompresi yang digunakan.

Dengan :

$R$  = faktor kualitas transmisi

$d$  = *delay* satu arah (*ms*)

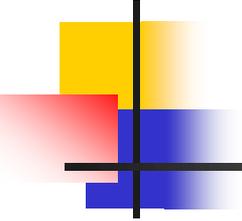
$H$  = fungsi tangga ; dengan ketentuan

$H(x) = 0$       jika  $x < 0$ , lainnya

$H(x) = 1$       untuk  $x \geq 0$

# Tingkat Kualitas Suara terhadap Faktor R

Rentang Faktor R	0-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Kualitas Transmisi	Buruk	Rendah	Sedang	Baik	Sangat Baik



# Soal

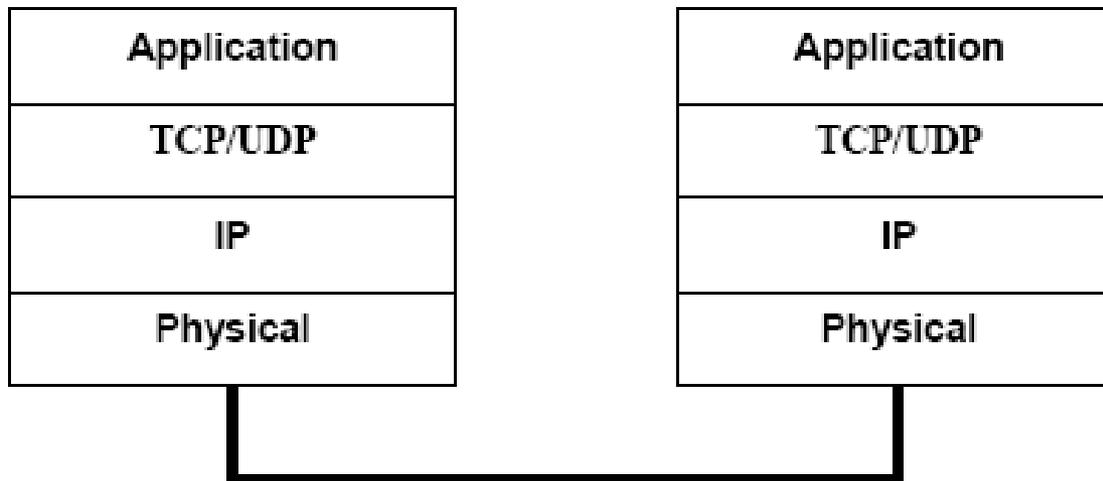
---

- Hitunglah faktor R jika diketahui nilai d sebesar 208.36, sedangkan nilai  $I_e$  diabaikan.
- Hitunglah faktor R pada berbagai jenis codec dibawah ini:
  - G.726,  $d=240.58$   $I_e=79.47$
  - G.728,  $d=370.41$   $I_e=57.07$
  - GSM-FR,  $d=453.69$   $I_e=32.91$
  - GSM-EFR,  $d=473.98$   $I_e=45.19$

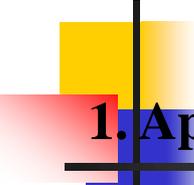
# PROTOCOL PENUNJANG JARINGAN VOIP

## *Protokol TCP/IP*

TCP/IP (*Transfer Control Protocol/Internet Protocol*) merupakan sebuah protokol yang digunakan pada jaringan Internet. Protokol ini terdiri dari dua bagian besar, yaitu TCP dan IP.



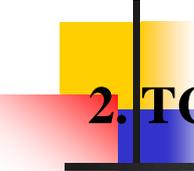
Mekanisme Protocol TCP/IP



## 1. Application layer

---

- Fungsi utama lapisan ini adalah pemindahan file.
- Perpindahan file dari sebuah sistem ke sistem lainnya yang berbeda memerlukan suatu sistem pengendalian untuk menanggapi adanya ketidakkompatibelan sistem file yang berbeda – beda.
- Protokol ini berhubungan dengan aplikasi, misal HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) untuk web, FTP(*File Transfer Protocol*) untuk perpindahan file, dan TELNET untuk terminal maya jarak jauh.



## 2. TCP (Transmission Control Protocol)

---

- TCP merupakan protokol yang *connection-oriented*, menjaga reliabilitas hubungan komunikasi end-to-end.
- Cara kerja TCP adalah mengirim dan menerima segment – segment informasi dengan panjang data bervariasi pada suatu datagram internet.
- Dalam hubungan VoIP, TCP digunakan pada saat *signaling*, untuk menjamin setup suatu call pada sesi *signaling*.
- TCP tidak digunakan dalam pengiriman data suara pada VoIP karena pada suatu komunikasi data VoIP penanganan data yang mengalami keterlambatan lebih penting daripada penanganan paket yang hilang.



### 3. User Datagram Protocol (UDP)

---

- UDP digunakan untuk situasi yang tidak mementingkan mekanisme reliabilitas.
- *Header* UDP hanya berisi empat *field* yaitu *source port*, *destination port*, *length* dan *UDP checksum* dimana fungsinya hampir sama dengan TCP.
- UDP digunakan pada VoIP karena pada pengiriman audio streaming yang berlangsung terus menerus lebih mementingkan kecepatan pengiriman data agar tiba di tujuan tanpa memperhatikan adanya paket yang hilang
- Untuk mengurangi jumlah paket yang hilang saat pengiriman data (karena tidak terdapat mekanisme pengiriman ulang) maka pada teknologi VoIP pengiriman data banyak dilakukan pada *private network*.



## 4. Internet Protocol (IP)

---

- Internet Protocol didesain untuk interkoneksi sistem komunikasi komputer pada jaringan *paket-switched*.
- Pada jaringan TCP/IP, sebuah komputer diidentifikasi dengan alamat IP. Tiap-tiap komputer memiliki alamat IP yang unik, masing-masing berbeda satu sama lainnya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kesalahan pada transfer data.
- Protokol IP bertugas untuk menangani pendeteksian kesalahan pada saat transfer data.

Salah satu hal penting dalam IP dalam hal pengiriman informasi adalah metode pengalamatan pengirim dan penerima. Saat ini terdapat standar pengalamatan yang sudah digunakan yaitu IPv4 dengan alamat terdiri dari 32 bit. Jumlah alamat yang diciptakan dengan IPv4 diperkirakan tidak dapat mencukupi kebutuhan pengalamatan IP sehingga dalam beberapa tahun mendatang akan diimplementasikan sistem pengalamatan yang baru yaitu IPv6 yang menggunakan sistem pengalamatan 128 bit.

# PROTOCOL UNTUK STANDARD H.323

## 1. RTP (Real-Time Protocol)

---

Adalah protocol yang dibuat untuk mengkompensasi *jitter* dan *desequencing* yang terjadi pada jaringan IP.

RTP dapat digunakan untuk beberapa macam data stream yang *realtime* seperti data suara dan data video.

RTP berisi informasi tipe data yang di kirim, *timestamps* yang digunakan untuk pengaturan waktu suara percakapan terdengar seperti sebagaimana diucapkan, dan *sequence numbers* yang digunakan untuk pengurutan paket data dan mendeteksi adanya paket yang hilang

RTP didesain untuk digunakan pada *transport layer*, namun demikian RTP digunakan diatas UDP, bukan pada TCP karena TCP tidak dapat beradaptasi pada pengiriman data yang *real-time*



## 2. RTCP (Real-Time Control Protocol)

---

- Protocol yang biasanya digunakan bersama-sama dengan RTP.
- RTCP digunakan untuk mengirimkan paket *control* setiap terminal yang berpartisipasi pada percakapan yang digunakan sebagai informasi untuk kualitas transmisi pada jaringan.
- Ada dua komponen penting pada paket RTCP:
  1. *Sender report*, berisikan informasi banyaknya data yang dikirimkan, pengecekan *timestamp* pada *header* RTP dan memastikan bahwa datanya tepat dengan *timestamp*-nya.
  2. *Receiver report*, dikirimkan oleh penerima panggilan.  
*Receiver report* berisi informasi mengenai jumlah paket yang hilang selama sesi percakapan, menampilkan *timestamp* terakhir dan delay sejak pengiriman sender report yang terakhir.

### 3. RSVP (Resource Reservation Protocol)

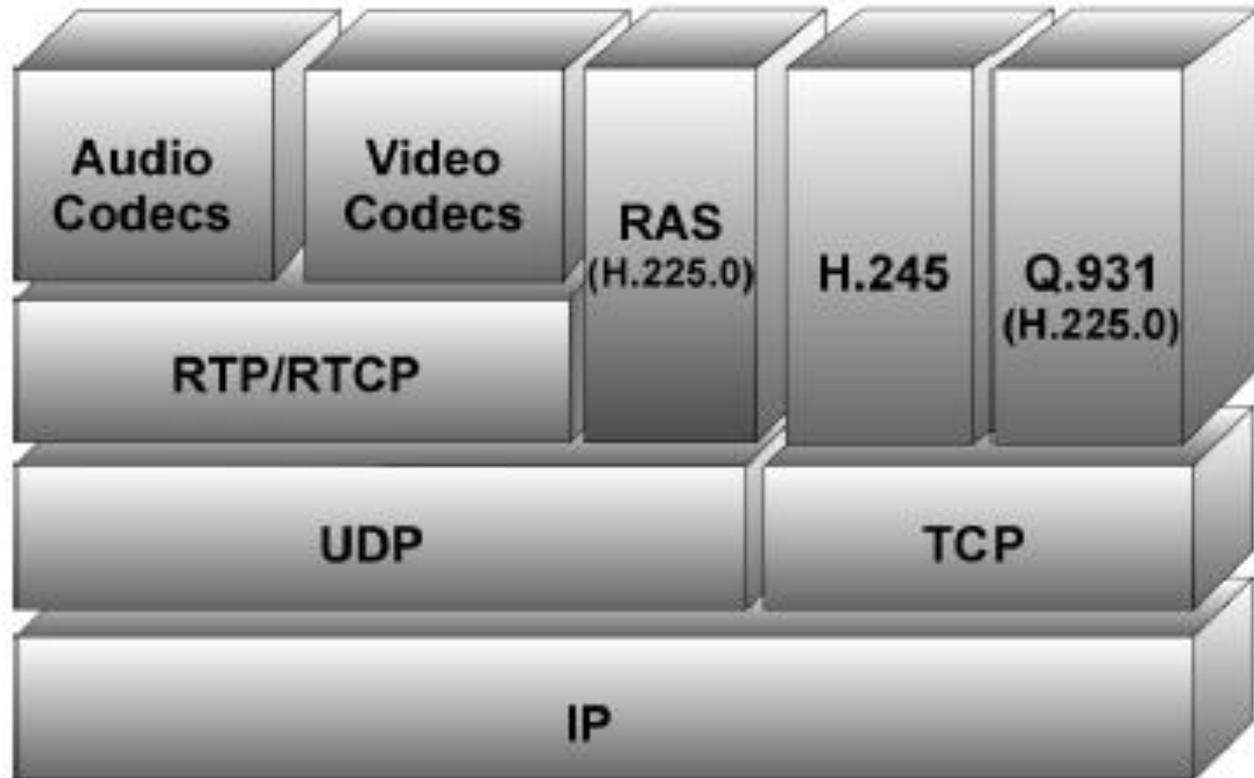
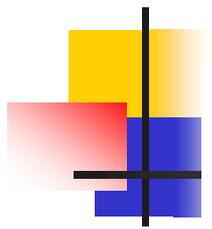
- RSVP bekerja pada *layer transport*.
- Digunakan untuk menyediakan bandwidth agar data suara yang dikirimkan tidak mengalami *delay* ataupun kerusakan saat mencapai alamat tujuan *unicast* maupun *multicast*.
- RSVP merupakan *signaling protocol* tambahan pada VoIP yang mempengaruhi QoS.
- Cara kerja RSVP : mengirimkan request pada setiap *node* dalam jaringan yang digunakan untuk pengiriman data *stream* dan pada setiap node RSVP membuat *resource reservation* untuk pengiriman data.

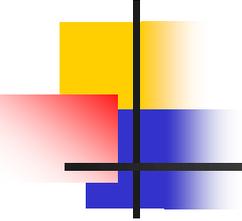
*Resource reservation* pada suatu node dilakukan dengan menjalankan dua modul yaitu *admission control* dan *policy control*.

*Admission control* digunakan untuk menentukan apakah *node* tersebut memiliki *resource* yang cukup untuk memenuhi QoS yang dibutuhkan.

*Policy control* digunakan untuk menentukan apakah user yang memiliki ijin administratif (*administrative permission*) untuk melakukan reservasi.

# Protocol Stack dari H.323

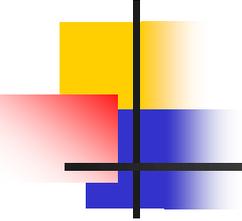




# Tugas

---

Carilah contoh softphones, dan cobalah menjadi member. Berikan analisa dan kesimpulan dari proses tersebut



# Referensi

---

- Ted Wallingford, *Switching to VoIP*, O'Reilly Media, Inc, 2005
- Jim Van Meggelen, Jared Smith, and Leif Madsen, *Asterisk: The Future of Telephony, 2nd Ed.*, O'Reilly Media, Inc, 2007