

# Bab 3

## Suara dan Audio

### Pokok Bahasan :

- Definisi dan konsep dasar suara
- Representasi suara/audio
- Perkembangan audio digital dan format audio
- Software pengolah suara
- Analisis dan sintesa Audio : Studi case

### Tujuan Belajar :

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa dapat :

- Memahami definisi dan konsep dasar suara
- Memahami konsep representasi audio (analog to digital dan digital to analog converter)
- Mengetahui perkembangan software pengolah suara
- Mengetahui perkembangan bidang-bidang analisis dan sintesa suara seperti voice recognition, text to speech, speech to text, artificially generated speech.

### Definisi Suara

- ❖ fenomena fisik yang dihasilkan oleh getaran benda
- ❖ getaran suatu benda yang berupa sinyal analog dengan amplitudo yang berubah secara kontinyu terhadap waktu



- ❖ Suara berhubungan erat dengan rasa "mendengar".

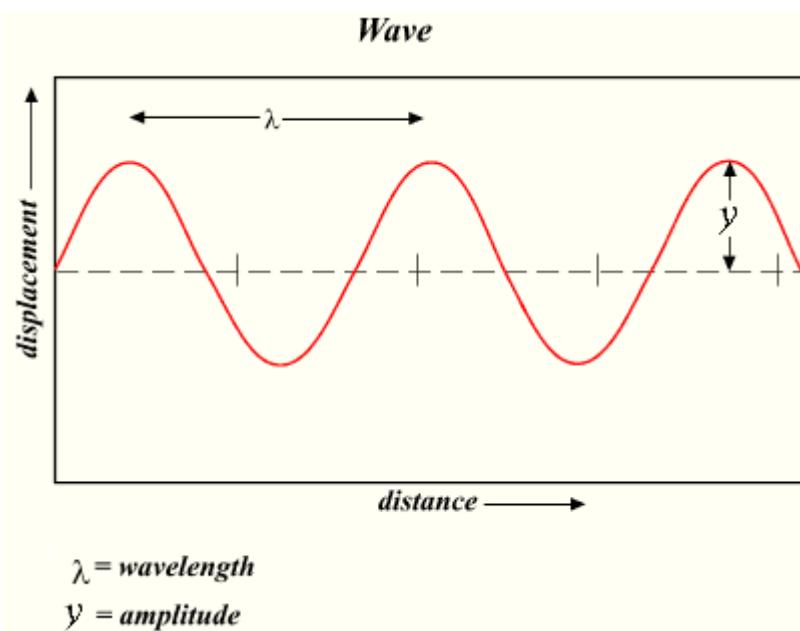
- ❖ Suara/bunyi biasanya merambat melalui udara. Suara/bunyi tidak bisa merambat melalui ruang hampa.

## Konsep Dasar Suara

Suara dihasilkan oleh getaran suatu benda. Selama bergetar, perbedaan tekanan terjadi di udara sekitarnya. Pola osilasi yang terjadi dinamakan sebagai “GELOMBANG”

Gelombang mempunyai pola sama yang berulang pada interval tertentu, yang disebut "**PERIODE**"

- Contoh suara periodik : instrument musik, nyanyian burung, dll
  - Contoh suara nonperiodik : batuk, percikan ombak, dll



Suara berkaitan erat dengan :

## 1. Frekuensi

- Banyaknya periode dalam 1 detik
  - Satuan : Hertz (Hz) atau cycles per second (cps)
  - Panjang gelombang suara (wavelength) dirumuskan =  $c/f$

Dimana  $c = \text{kecepatan rambat bunyi}$

Dimana  $f$  = frekuensi

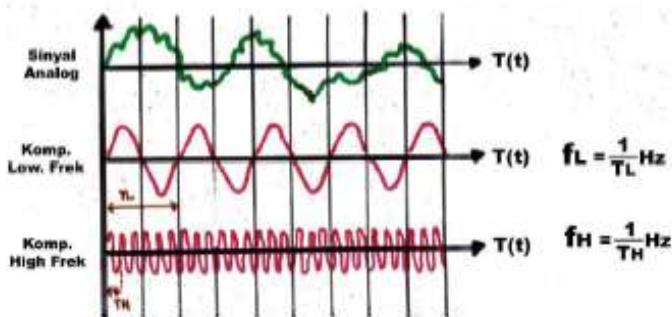
Contoh :

Berapa panjang gelombang untuk gelombang suara yang memiliki kecepatan rambat 100 m/s dan frekuensi 5 kHz?

Jawab :

$$\text{Wavelength} = c/f = 100/5 = 20 \text{ mm}$$

- Berdasarkan frekuensi, suara dibagi menjadi :
  - Infrasound                    0 Hz – 20 Hz
  - Pendengaran Manusia      20 Hz – 20 KHz
  - Ultrasound                  20 KHz – 1 GHz
  - Hypersound                  1 GHz – 10 THz
- Manusia membuat suara dengan frekuensi : 50 Hz – 10 KHz.
- Sinyal suara musik memiliki frekuensi : 20 Hz – 20 KHz
- Sistem multimedia menggunakan suara yang berada dalam range pendengaran manusia.
- Suara yang berada pada range pendengaran manusia disebut “**AUDIO**” dan gelombangnya sebagai “ **ACCOUSTIC SIGNALS**”. Suara di luar range pendengaran manusia dapat dikatakan sebagai “**NOISE**” (getaran yang tidak teratur dan tidak berurutan dalam berbagai frekuensi, tidak dapat didengar manusia).



Fourier Analysis ? suatu signal analog terdiri dari sebuah frekuensi sinusoidal dimana amplitudonya serta fasenya berubah secara “relative” antara satu dengan lainnya

## 2. Amplitudo

- Keras lemahnya bunyi atau tinggi rendahnya gelombang.
- Satuan amplitudo adalah decibel (db)
- Bunyi dapat merusak telinga jika tingkat volumenya lebih besar dari 85 db dan pada ukuran 130 db akan mampu membuat hancur gendang telinga.

## 3. Velocity

- Kecepatan perambatan gelombang bunyi sampai ke telinga pendengar.
- Satuan yang digunakan : m/s
- Pada udara kering dengan suhu  $20^{\circ} C$  ( $68^{\circ} F$ ) m kecepatan rambat suara sekitar 343 m/s

# Representasi Suara

- Gelombang suara analog tidak dapat langsung direpresentasikan pada komputer.
- Komputer mengukur amplitudo pada satuan waktu tertentu untuk menghasilkan sejumlah angka. Tiap satuan pengukuran ini dinamakan “SAMPLE”.
- Gelombang Suara “dimanipulasi” hingga dapat diubah ke dalam bentuk digital

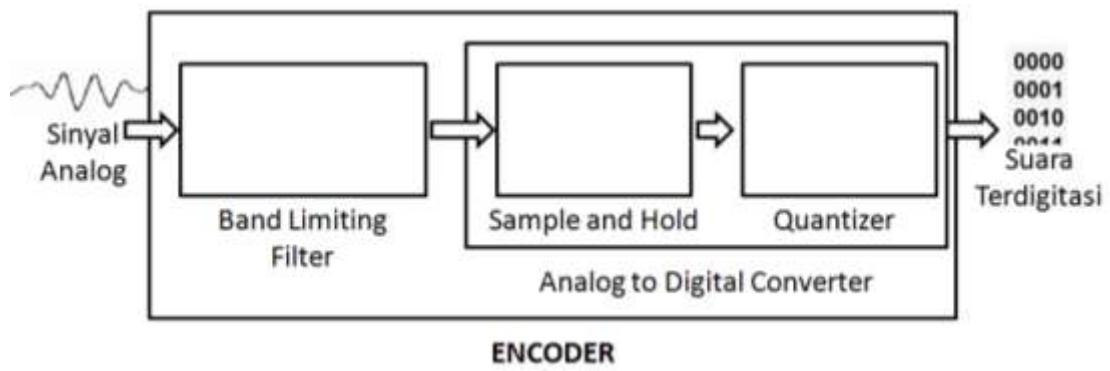


## ANALOG DIGITAL CONVERSION (ADC)

Adalah proses mengubah amplitudo gelombang bunyi ke dalam waktu interval tertentu (disebut juga sampling), sehingga menghasilkan representasi digital dari suara.

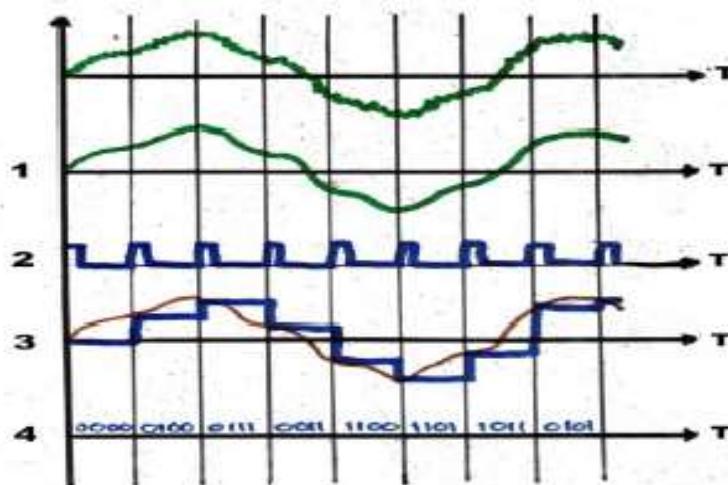
**Sampling rate :** beberapa gelombang yang diambil dalam satu detik.

Contoh : jika kualitas CD audio yang dikatakan memiliki frekuensi sebesar 44100 Hz, berarti sample sebesar 44100 per detik.



Langkah-langkah analog to digital converter :

1. Membuang frekuensi tinggi dari source signal.
2. Mengambil sample pada interval waktu tertentu (sampling).
3. Menyimpan amplitudo sample dan mengubahnya ke dalam bentuk diskrit (kuantisasi).
4. Merubah bentuk menjadi nilai biner.



**Nyquist Sampling Rate** : untuk memperoleh representasi dari suatu sinyal analog secara lossless, amplitudonya harus diambil samplenya setidaknya pada kecepatan (rate) sama atau lebih besar dari 2 kali lipat komponen frekuensi yang akan didengar.

Misal : untuk sinyal analog dengan bandwith 15Hz – 10KHz

$$\rightarrow \text{sampling rate} = 2 \times 10\text{Khz} = 20\text{Khz}$$

### DIGITAL TO ANALOG CONVERTER (DAC)

Adalah proses mengubah digital audio menjadi sinyal analog. DAC biasanya hanya menerima sinyal digital Pulse Code Modulation (PCM).

PCM adalah representasi digital dari sinyal analog, dimana gelombang disample secara beraturan berdasarkan interval waktu tertentu, yang kemudian diubah ke biner. Proses pengubahan ke biner disebut Quantisasi.

PCM ditemukan oleh insinyur dari Inggris, bernama Alec Revees tahun 1937.

Contoh DAC adalah : soundcard, CD player, MP3Player, IPod

## Perkembangan Format Audio

Dalam perkembangannya, audio mengalami banyak perubahan. Namun satu hal yang menjadi penekanan adalah bahwa walaupun semakin banyak format tujuan kualitas yang baik dan ukuran yang kecil tetap menjadi prioritas.

YEAR	PHYSICAL FORMAT	CONTENT FORMAT
1979	Compact Disk (CD)	
1985		Audio Interchange File Format (AIFF)
1987	Digital audio tape (DAT)	
1990s	Digital Compact Cassete	
1991	MiniDisc	ATRAC
1992		WAVEform (WAV) Dolby Digital Surround Cinema Sound
1993		Digital Theatre System (DTS)
1995		MP3
1996	DVD	
1999	Super Audio CD (SACD)	Windows Media Audio (WMA)
2000		Free Lossless Audio Codec (FLAC)
2001		Advance audio coding (AAC)
2002		Ogg Vorbis
2003	Dual Disc	

# Format Audio

## AAC (Advance Audio Coding) [.m4a]

- ACC bersifat lossy compression (data hasil kompresi tidak bisa dikembalikan lagi ke data sebelum dikompres secara sempurna, karena setelah dikompres terdapat data-data yang hilang).
- AAC merupakan audio codec yang menyempurnakan MP3 dalam hal medium dan high bit rates.
- Cara kerja :
  - Bagian-bagian sinyal yang tidak relevan dibuang.
  - Menghilangkan bagian-bagian sinyal yang redundan.
  - Dilakukan proses MDCT (Modified Discret Cosine Transform) berdasarkan tingkat kekompleksitasan sinya.
  - Adanya penambahan Internal Error Correction.
  - Kemudian, sinyal disimpan atau dipancarkan.
- Kelebihan AAC dari MP3 :
  1. Sample ratenya antara 8 Hz – 96 KHz, sedangkan MP3 16 Hz – 48 kHz.
  2. Memiliki 48 Channel.
  3. Suara lebih bagus untuk kualitas bit yang rendah (di bawah 16 Hz).
    - Software pendukung AAC “ IPod dan Itunes, Winamp.
    - Handphone : Nokia N91, Sony Ericsson W80, dan Motorola ROKR E1.
    - Hardware : Play Station Portable (PSP) pada Agustus 2005.

## Waveform Audio [.WAV]

- WAV adalah format audio standar Microsoft dan IBM untuk PC.
- WAV biasanya menggunakan coding PCM (Pulse Code Modulation).
- WAV adalah data tidak terkompres sehingga seluruh sample audio disimpan semuanya di harddisk.
- Sofware yang dapat menciptakan WAV dari analog sound misalnya Windows Sound Recorder.
- WAV jarang digunakan di internet karena ukurannya yang relative besar.
- Maksimum ukuran file WAV adalah 2GB.

### **Audio Interchange File Format [.AIF]**

- Merupakan format standar Macintosh
- Software pendukung : Apple Quick Time

### **Audio CD [.cda]**

- Format untuk mendengarkan CD audio
- CD Audio stereo berkualitas sama dengan PCM/WAV yang memiliki sampling rate 44100 Hz., 2 Channel (Stereo) pada 16 bit.
- Durasi = 75 menit dan dynamic range = 95 db

### **Mpeg Audio Layer 3 [.mp3]**

- Merupakan file dengan lossy compression.
- Sering digunakan di internet karena ukurannya yang cukup kecil disbanding ukuran audio file yang tidak terkompresi.
- Distandarisasi pada tahun 1991.
- Kompresi dilakukan dengan menghilangkan bagian-bagian bunyi yang kurang berguna bagi pendengaran manusia.
- Kompresi mp3 dengan kualitas 128 bits 44000 Hz biasanya akan menghasilkan file berukuran 3-4 MB, tetapi unsure panjang pendeknya lagu juga akan berpengaruh.
- Software pemutar file mp3 : Winamp.
- Software Encoder : LAME (Lame ain't MP3 Encoder), sebuah encoder mp3 open source dan freeware yang dibuat oleh Mike Cheng pada awal tahun 1998.
- Macam-macam bit rate : 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 160, 192, 224, 256 dan 320 kbit/s.

### **MIDI (Music Instrument Digital Interface)**

- Standard yang dibuat oleh perusahaan alat-alat musik elektronik berupa serangkaian spesifikasi agar berbagai instrument dapat berkomunikasi.
- MIDI = format data digital
- Interface MIDI terdiri dari 2 komponen :
  - Perangkat Keras  
Hardware yang terhubung ke peralatan (alat instrument / komputer)
  - Data Format

- Pengkodean informasi
- Spesifikasi instrument
- Awal/akhir nada
- Frekuensi
- Volume suara
- MIDI device (mis. Synthesizer) berkomunikasi melalui channel
- Peranti standard memiliki 16 channel
- 128 macam instrument (termasuk noise effect)
  - mis : 0 Accoustic piano
  - 12 Marimba
  - 40 Violin
- 1 channel dapat memainkan 3 – 16 note
- MIDI Reception Mode
  - Mode 1 : Omni On / Poly
  - Mode 2 : Omni On / Mono
  - Mode 3 : Omni Off / Poly
  - Mode 4 : Omni Off / Mono
- Komponen – komponen MIDI device
  - Sound generator ? pembangkit suara synthesizer
  - Mikroprosesor ? mengirim / merima MIDI message
  - Keyboard ? mengontrol synthesizer secara langsung
  - Control Panel ? mengatur fungsi – fungsi selain nada dan durasi (volume, jenis suara, dll)
  - Auxiliary Controllers ? memanipulasi nada (modulation, pitch, dll)
  - Memory
- MIDI Message
- Format MIDI message terdiri dari status byte (keterangan mengenai jenis pesan) dan data bytes.
- Terdapat 2 jenis MIDI Message :
  1. Channel Message (Dikirim pada peranti tertentu)

- Channel Voice message → performance data antar MIDI device, keyboard action, perubahan control panel
  - Channel Mode Message → bagaimana MIDI device penerima merespon channel voice message
2. System Message (dikirim pada semua piranti dalam system)
- System real time message (1 byte) → sinkronisasi waktu
  - System common message → mempersiapkan sequencer/synthesizer untuk memainkan lagu.
  - System exclusive message → personalisasi message

## Software Untuk Audio

Aplikasi untuk mengolah suara atau audio dan pemutar audio sangat beragam, baik secara fungsi maupun kemampuan dalam mengolah audio. Adapun aplikasi tersebut meliputi :

Sound Recorder, Cool Edit, Winamp, RealPlayer, Windows Media Player, KMPlayer, QuickTime, XMMS, ZoomPlayer, JetAudio, SoundForge, dbPowerAmp, MusicMatchJukeBox, ITunes

