



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Multimedia Interaktif

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>01</b>	Kode MK <b>15027</b>	Disusun Oleh Tim Dosen
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang definisi multimedia, multimedia interaktif dengan kontrol user, jenis-jenis presentasi multimedia, dan penggunaan multimedia dalam berbagai bidang

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini, diharapkan mahasiswa akan mampu menguraikan *Prinsip - Prinsip Dasar Multimedia Interaktif*

# Multimedia Interaktif

## 1.1. Definisi Multimedia

- Multi - (Latin) “multus” memiliki arti banyak.
- Media - (Latin) “medium” - memiliki arti tengah atau belakangan ini sering disebut pengantara.
- Multimedia – “multiple intermediaries” or “multiple means” memiliki arti beberapa perantara atau banyak arti.

Multimedia adalah kombinasi tenunan teks yang dimanipulasi secara digital, foto, seni grafis, suara, animasi, dan elemen video. Dewasa ini multimedia merupakan cara menyajikan gambar dan video dengan kontrol user dan interaksi secara penuh. Evolusi multimedia adalah kondisi *emergence* dan *convergence* dari gabungan teknologi tersebut.

## 1.2. Multimedia Interaktif (Interactive Mulimedia)

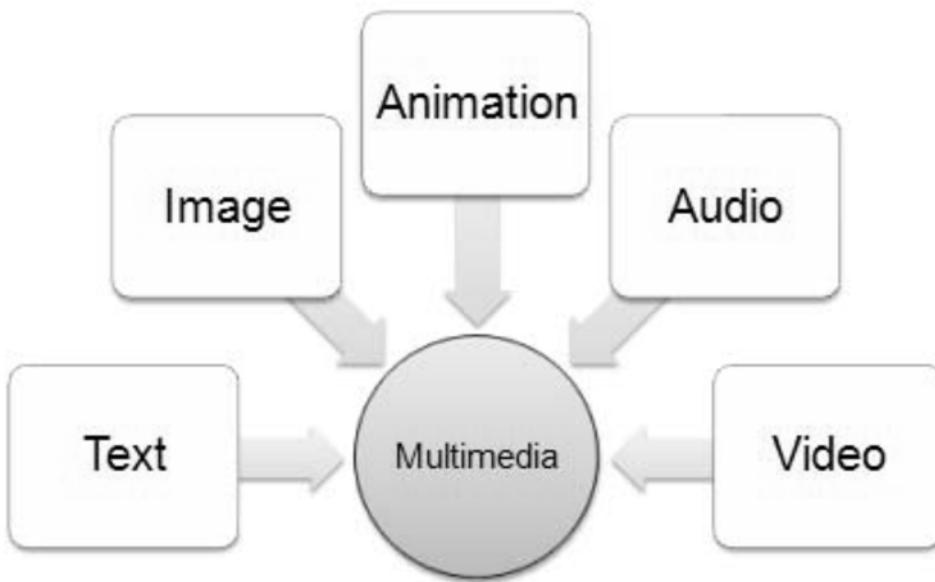
Multimedia interaktif adalah integrasi teks digital, grafik, animasi, audio, gambar dan video dengan cara menyediakan user(secara individu) sebuah tingkat control(user control) yang tinggi dan interaktif.

Media interaktif biasanya mengacu pada produk dan layanan pada sistem berbasis komputer digital yang merespon tindakan pengguna(input) dengan menyajikan konten seperti teks, grafik, animasi, video, audio dll.

## 1.3. User Control (Kontrol dari pengguna)

Setelah memahami Multimedia dan Multimedia interaktif, sekarang kita memahami hubungan diantara keduanya. Multimedia interaktif adalah multimedia yang dikembangkan dengan memanfaatkan user control/control dari sisi pengguna. Dengan menggabungkan kegunaan Multimedia dengan control/ pengendalian, maka dapat dihasilkan sebuah multimedia yang interaktif.

$$\text{Multimedia} + \text{User Control} = \text{Interactive Multimedia}$$



Gambar 1. Komponen-komponen Multimedia

Kontrol pengguna meliputi tiga hal yang harus diperhatikan, yaitu

- Mencakup pengendalian terhadap apa materi/isi yang ingin disampaikan melalui multimedia, dimaksudkan di sini adalah pemfokusan terhadap tujuan dan isi yang ingin disampaikan melalui multimedia kepada pengguna/konsumen, sehingga hasil yang ingin dicapai lebih baik.
- Kedua adalah mencakup kapan materi itu diberikan/disampaikan. Sebuah balasan/feedback ataupun respon terhadap situasi akan berguna jika diberikan pada saat yang tepat, dan menyesuaikan kebutuhan / input yang dimasukkan.
- Ketiga adalah mencakup cara penyampaiannya. Dengan cara dan teknik penyampaian yang benar, maka suatu materi dapat dengan lebih baik diserap dan cepat tersampaikan.

#### 1.4. Hypermedia

Multimedia interaktif menjadi hypermedia ketika Anda memberikan struktur elemen yang terkait. Hypermedia adalah pendekatan berbasis komputer untuk manajemen informasi multimedia dimana data disimpan dalam jaringan node yang dihubungkan dengan link.

Hypermedia digunakan sebagai perpanjangan logis dari istilah hypertext yang grafis, audio, video, teks biasa dan hyperlink jalin untuk membuat media umum non-linear informasi.

$$\text{Interactive Multimedia} + \text{Linked Elements} = \text{Hypermedia}$$

Dari sini dilihat bahwa sebuah multimedia interactive saja tidaklah cukup, dengan menggabungkan elemen-elemen yang terkait, yang memang saling berhubungan erat, maka dapat diperoleh sebuah kumpulan multimedia interactive yang dapat membantu pekerjaan manusia lebih baik lagi yang dapat juga disebut Hypermedia.

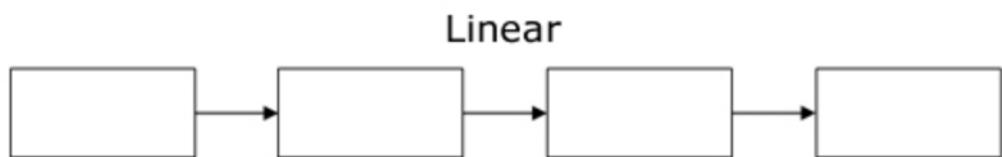
## 1.5. Jenis-jenis Presentasi

---

Sistem multimedia dapat direpresentasikan dengan menggunakan sebuah storyboard. Storyboard ini mempunyai thumbnail, deskripsi ataupun gambar setiap screen dari sistem yang ingin dibuat. Storyboard dapat menampilkan layar navigasi, informasi yang ingin disampaikan, dan apa yang ditunjukkan oleh grafik atau gambar. Tujuan dari storyboard adalah untuk menyeimbangkan struktur multimedia antara bagaimana informasi tersebut disampaikan kepada pengguna dan kemudahan untuk menggunakan sistem multimedia tersebut.

### 1. Linier

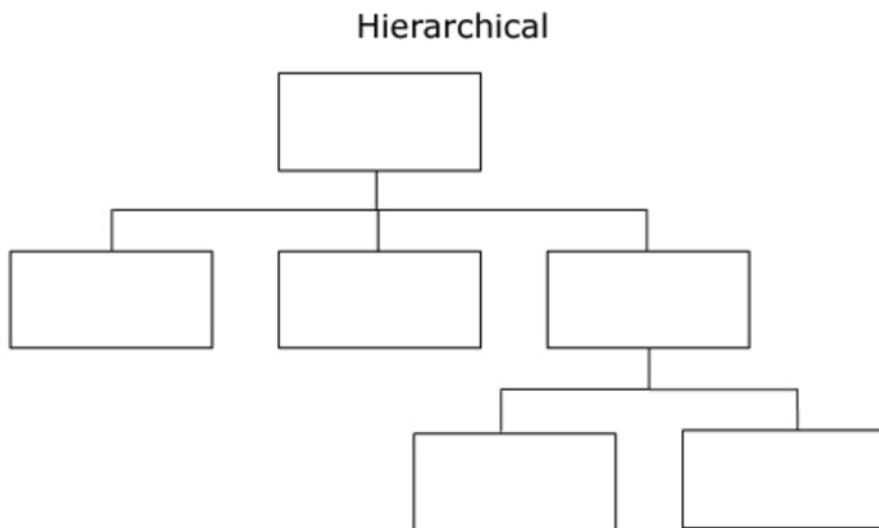
Storyboard jenis linier ini digunakan pada saat pengguna ingin melihat informasi dalam urutan yang tetap. Pengguna hanya diperbolehkan untuk bergerak maju atau mundur. Ciri-cirinya berbentuk sederhana, bersifat logis, dan cocok untuk produk-produk kecil.



Gambar 2. Presentasi Linier

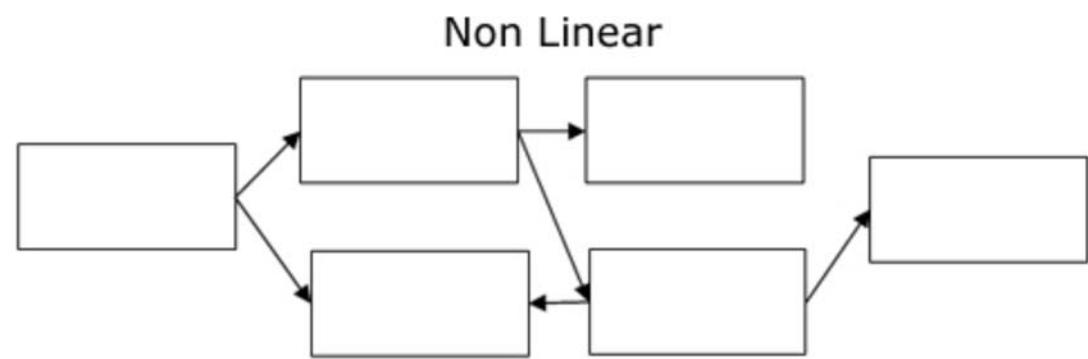
### 2. Hirarkis

Storyboard jenis hirarkis memungkinkan pengguna untuk melihat materi yang dipresentasikan secara mendalam untuk topik-topik tertentu. Informasi masih dipresentasikan dalam model linier, tetapi pengguna dapat memilih topik-topik tertentu yang ingin disampaikan, tidak hanya bergerak maju atau mundur seperti model linier. Ciri-cirinya memiliki menu indeks pada tampilan awal, mudah untuk dipahami. Model hirarkis ini cukup umum digunakan orang.

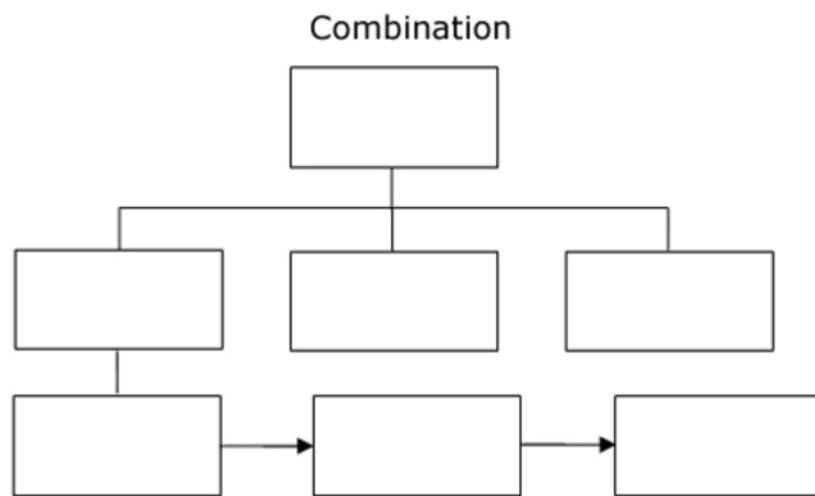


Gambar 3. Presentasi Hirarkis

3. Non-linier Storyboard jenis ini memungkinkan pengguna untuk bergerak bebas di antara materi-materi selama presentasi. Kebanyakan presentasi yang menggunakan model ini biasanya memiliki sifat yang interaktif, misalnya menyajikan permainan-permainan. Ciri-cirinya adalah bersifat sangat fleksibel.
4. Kombinasi berjenis kombinasi atau sering juga disebut komposit ini, berbentuk gabungan dari bagian-bagian model linier, hirarkis, dan juga non-linier. Contoh sederhana yaitu presentasi yang menggunakan model linier untuk topik pengenalan, model hirarkis untuk memilih topik-topik utama yang ingin disampaikan, dan terakhir yaitu model non-linier untuk menjelaskan topik utama yang dipilih secara terperinci.



Gambar 4. Presentasi Non Linier



Gambar 5. Presentasi Kombinasi

Alasan mengapa menggunakan sistem multimedia

- Memberikan Kemudahan penggunaan
- Interface Intuitif
- Immersive Pengalaman
- Self-paced Interaksi dan Retensi Lebih Baik
- Pemahaman konten yang lebih baik
- Biaya lebih Efektif
- Lebih menyenangkan = lebih efisien

## 1.6. Penggunaan Multimedia

---

### 1. Industri Kreatif

Industri kreatif menggunakan multimedia untuk berbagai keperluan mulai dari seni rupa, untuk hiburan, untuk seni komersial, untuk jurnalisme, media dan layanan perangkat lunak yang disediakan untuk industri yang tercantum di bawah.

### 2. Umum

Sebagian besar media lama dan baru elektronik yang digunakan oleh seniman komersial multimedia. Menyenangkan presentasi digunakan untuk merebut dan mempertahankan perhatian dalam periklanan.

### 3. Hiburan dan seni rupa

Selain itu, multimedia banyak digunakan dalam industri hiburan, terutama untuk mengembangkan efek khusus dalam film dan animasi. permainan multimedia hobi

populer dan adalah software program yang tersedia baik sebagai CD-ROM atau online. Beberapa video game juga menggunakan fitur multimedia. Aplikasi multimedia yang memungkinkan pengguna untuk secara aktif berpartisipasi bukan hanya duduk sebagai penerima pasif informasi disebut Interaktif Multimedia.

#### 4. Pendidikan

Dalam Pendidikan, multimedia digunakan untuk memproduksi kursus pelatihan berbasis komputer (populer disebut CBTs) dan buku referensi seperti ensiklopedia dan almanak.

#### 5. Jurnalisme

Perusahaan-perusahaan di seluruh dunia juga mencoba untuk merangkul fenomena baru dengan menerapkan praktik-praktek dalam pekerjaan mereka. Sementara beberapa telah lambat untuk datang, surat kabar besar lainnya seperti The New York Times, USA Today dan The Washington Post adalah menetapkan preseden untuk posisi industri surat kabar di dunia global.

#### 6. Teknik

Insinyur Perangkat Lunak dapat menggunakan multimedia di komputer Simulasi untuk apa pun dari hiburan untuk pelatihan seperti pelatihan militer atau industri. Multimedia untuk interface perangkat lunak sering dilakukan sebagai sebuah kolaborasi antara profesional kreatif dan insinyur perangkat lunak.

#### 7. Industri

Di sektor industri, multimedia digunakan sebagai cara untuk membantu informasi hadir untuk pemegang saham, atasan dan rekan kerja. Multimedia juga sangat membantu untuk menyediakan pelatihan karyawan, iklan dan penjualan produk di seluruh dunia melalui hampir teknologi berbasis web unlimited.

#### 8. Matematika dan penelitian ilmiah

Dalam penelitian matematika dan ilmiah, multimedia terutama digunakan untuk pemodelan dan simulasi. Sebagai contoh, seorang ilmuwan dapat melihat model molekul zat tertentu dan memanipulasinya untuk tiba pada suatu zat baru. Perwakilan penelitian dapat ditemukan di jurnal seperti Journal of Multimedia.

9. Kedokteran

Dalam Kedokteran, dokter bisa dilatih dengan melihat operasi virtual atau mereka dapat mensimulasikan bagaimana tubuh manusia dipengaruhi oleh penyakit disebarluaskan oleh virus dan bakteri dan kemudian mengembangkan teknik untuk mencegahnya. Pencitraan Dokumen (document imaging) adalah teknik yang mengambil hard copy dari sebuah gambar / dokumen dan mengkonversikannya ke dalam format digital (misalnya, scanner).

10. Cacat

Kemampuan Media memungkinkan mereka yang cacat untuk mendapatkan kualifikasi dalam bidang multimedia sehingga mereka dapat mengejar karier yang memberikan mereka akses ke beragam bentuk komunikasi yang kuat.

11. Lain-lain

Di Eropa, organisasi referensi untuk industri Multimedia adalah Multimedia Asosiasi Konvensi Eropa (EMMAC).



# Daftar Pustaka

1. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
2. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
3. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## **MODUL PERKULIAHAN**

# **Sistem Multimedia**

## **Proyek Multimedia**

<b>Fakultas</b>	<b>Program Studi</b>	<b>Tatap Muka</b>	<b>Kode MK</b>	<b>Disusun Oleh</b>
Ilmu Komputer	Teknik Informatika		15027	Tim Dosen
		<b>02</b>		

### **Abstract**

Modul ini berisi materi tentang tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penggerjaan proyek multimedia, pendekatan-pendekatan yang dilakukan dalam penggerjaan proyek, media pengiriman, evaluasi proyek, dan penjadwalan/*scheduling*

### **Kompetensi**

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang tahapan-tahapan proyek multimedia, cara penggerjaan, dan evaluasi terhadap pencapaian proyek

# Proyek Multimedia

## 2.1. Tahapan dalam pembuatan proyek multimedia

### 1. Pemilihan Ide

Pada tahap ini, pembuat proyek memilih topik / ide yang nantinya akan diproses untuk membuat proyek secara menyeluruh.

### 2. Analisa

- Pada tahapan ini, pembuat proyek multimedia akan menganalisa kebutuhan, biaya, isi proyek, pasar, teknologi dan media perantara.
- Untuk analisa kebutuhan, pembuat proyek menganalisa segala kebutuhan yang diperlukan untuk pembuatan proyek tersebut, baik internal ataupun eksternal.
- Untuk analisa biaya, pembuat proyek menganalisa biaya yang dibutuhkan untuk membuat proyek tersebut.
- Untuk analisa isi proyek, pembuat proyek menentukan konten apa yang harus dimasukkan kedalam proyek agar terlihat menarik.
- Untuk analisa pasar, pembuat proyek menentukan pasar / pengguna proyek tersebut, apakah *user* dari kalangan *beginner*, *advanced user* atau *user* lainnya.
- Untuk analisa teknologi, pembuat proyek menentukan teknologi yang akan digunakan dalam pembuatan proyek.
- Untuk analisa media perantara, pembuat proyek menentukan media yang digunakan untuk mendelivery proyek tersebut.

### 3. Pretesting

Dalam pretesting, pembuat proyek mendefinisikan tujuan, kebutuhan pembuatan, garis besar dari isi proyek, penjualan dan prototype rancangan awal proyek.

### 4. Prototype Development

Melakukan design (rancangan isi dan user interface), jalan cerita dari proyek tersebut (storyline) serta melakukan test untuk prototype.

## 5. Alpha Development

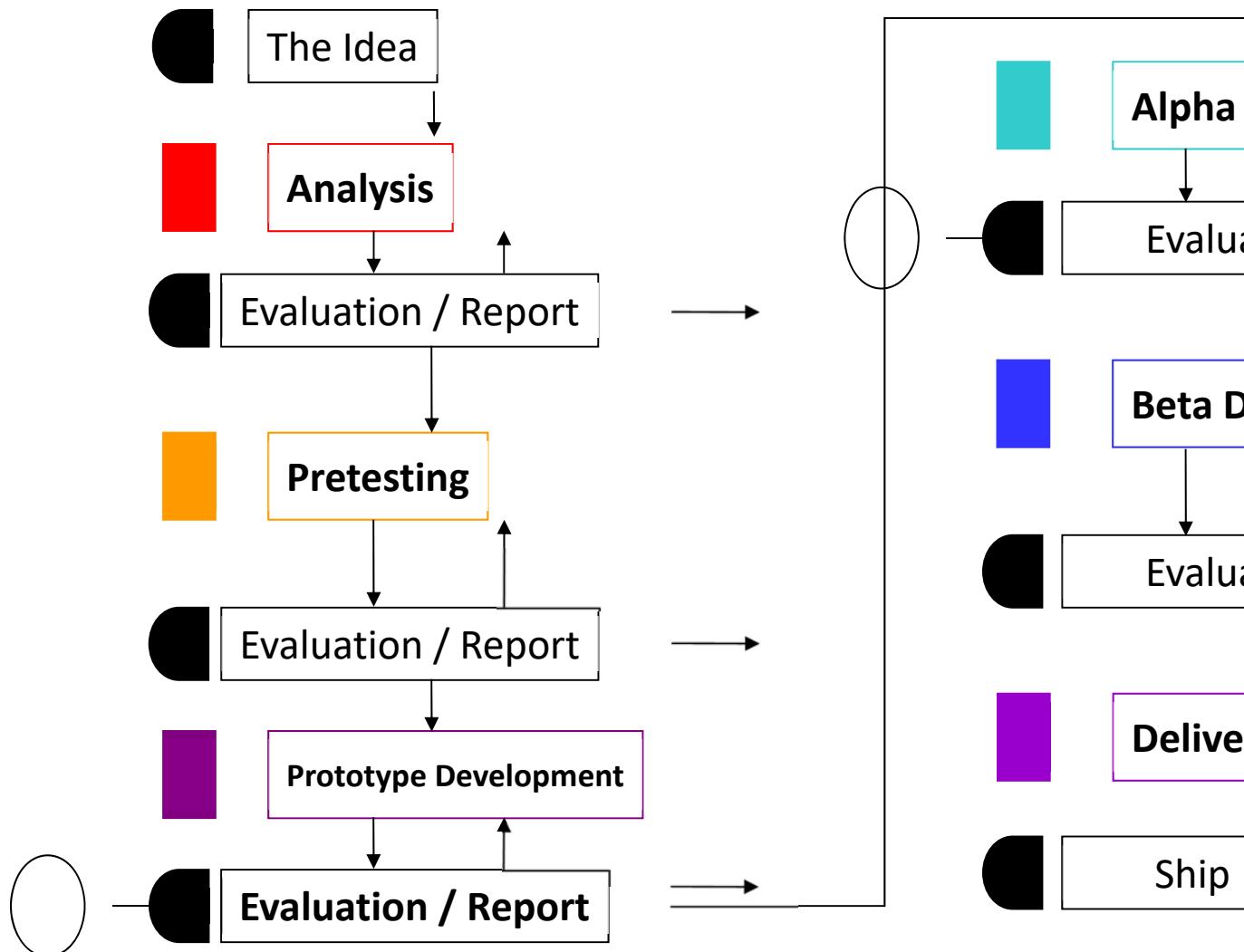
Melakukan finishing dari design (storyboards dan flowcharts), menyelesaikan jalan cerita, membuat design grafis (poster dan brosur), memasukkan suara dan video, menyelesaikan masalah-masalah teknis serta melakukan test pada prototype alpha.

## 6. Beta Development

Mengirimkan produk beta untuk dites bagi user-user yang terpilih agar mendapatkan feedback tentang bug / error yang didapatkan dari prototype, mempersiapkan dokumentasi untuk pengguna dan melakukan pengumuman produk.

## 7. Delivery

Tahapan akhir dari pembuatan proyek, biasanya digunakan untuk menyiapkan technical support atas feedback dari para pemakai proyek.



Gambar 1. Proses Pembuatan Proyek Multimedia

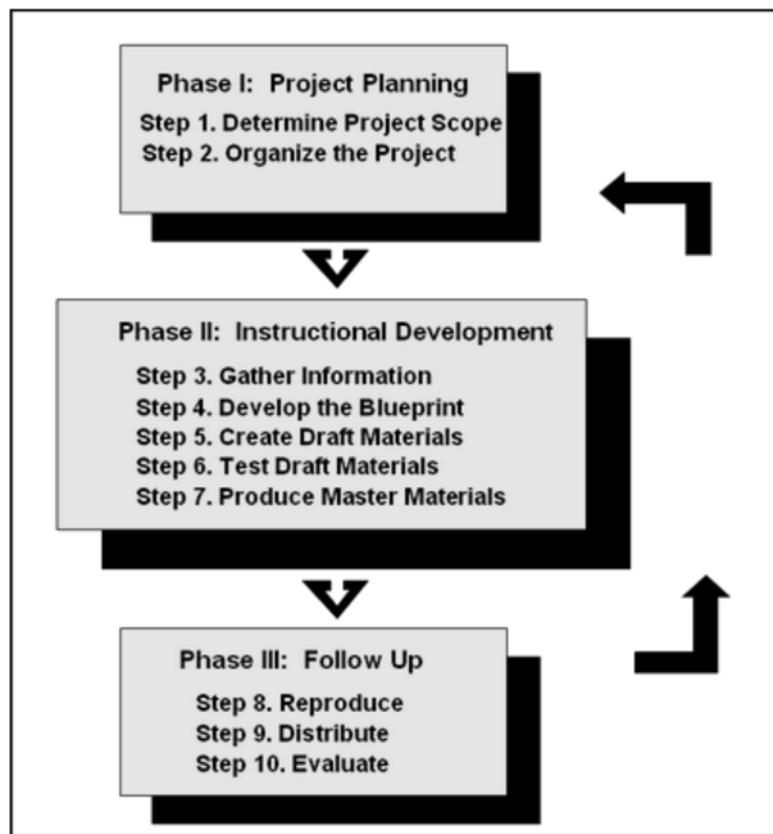
## 2.2. Pendekatan Project Management

- Waterfall Model

Pada model ini, setiap tahapnya diakhiri dengan validasi dan verifikasi untuk meminimalkan masalah yang mungkin terjadi pada tiap tahapannya. Hal ini menggambarkan pengembangan secara iteratif antara dua tahapan siklus hidup. Bentuk iterasi ini akan meminimalkan biaya dibandingkan dengan jika iterasi dapat dilakukan untuk beberapa tahap siklus.

- Geer – ID Model
- Spiral Model

Salah satu cara untuk memvisualisasikan model incremental adalah dengan mengadaptasi model spiral konvensional. Setiap lintasan pada spiral menambahkan kemampuan fungsional pada



Gambar 2. Fase-fase dalam Geer – ID Model

sistem. Poin akhir akan diberi label “delivered System” sesungguhnya bukan merupakan akhir dari lintasan spiral, melainkan merupakan awal spiral baru yang dimulai dengan pemeliharaan dan evolusi (maintenance and evolution) dari sistem.

## 2.3. Media Pengiriman

**Delivering**

**Multimedia Medium**

<b>CD</b>	Tidak mahal, mudah untuk diproduksi dan juga didistribusikan	Kapasitas: 700 MB / 84 Menit
<b>DVD</b>	Tidak mahal, mudah untuk diproduksi dan juga didistribusikan	Kapasitas: 4,7 GB – 15,9 GB
<b>Blu-ray</b>	Lebih mahal, mudah untuk diproduksi dan juga didistribusikan	Kapasitas: 12 cm: 25 GB - 50 GB 8 cm: 7.8 GB - 15.6 GB
<b>HD DVD</b>	Lebih mahal dari CD dan DVD tapi lebih murah dari Blu-ray. Definisi tinggi tapi tidak secerah Blu-ray.	Kapasitas: 20 GB - 30 GB (tidak sebagus kualitas Blu-ray)
<b>USB Flash Drive</b>	Kapastias besar dan dapat diandalkan	Kapasitas: 256 MB - 512 GB
<b>Kiosk</b>	Sistem computer yang bisa mengakses aplikasi tapi mahal dalam maintenance	Tergantung pengguna

## 2.4. Evaluasi

<b>Tugas</b>	<b>Tujuan</b>
Evaluasi hasil ( <i>result evaluation</i> )	Mneyimpulkan hasil tes dan verifikasi
Rekomendasi ( <i>recommendation</i> )	Merekendasikan perubahan terhadap system
Validasi ( <i>validation</i> )	Memvalidasi bahwa sistem benar

	sesuai dengan kebutuhan dan permintaan user
Laporan akhir ( <i>final report</i> )	Menghasilkan laporan akhir.

## Metode-metode Evaluasi

Formative Evaluation	Summative Evaluation	Impact Evaluation
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terjadi selama dalam proses pengembangan</li> <li>- Formal dan informal sama kerjanya</li> <li>- Aspek-aspek yang cukup dikenal: content, user interface, technical, instructional strategy, media usage</li> <li>- Internal maupun external expert bisa dibawa keluar sama baiknya</li> <li>- On-going</li> <li>- Bisa dilakukan pada saat observasi, interview, test, checklist dan software logs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setelah pengembangan baru dilakukan</li> <li>- Menilai 'pantas' atau 'nilai' dari program</li> <li>- Upaya untuk menentukan apakah program memenuhi tujuan</li> <li>- Mempertimbangkan informasi baru yang mungkin telah muncul sejak program ini dimulai</li> <li>- Mempertimbangkan apa dampaknya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setelah implementasi software</li> <li>- Menilai transfer pada situasi nyata</li> <li>- Multimedia yang efektif masih mungkin tidak ada dampaknya</li> <li>- Sering terkait dengan isu relevansi yang dirasakan</li> <li>- Jarang dilakukan</li> </ul>

Metode-metode lainnya:

- Questionnaire
- Laporan Pengujian
- Anecdotal records
- Kinerja tes

- Focus groups
- Observation
- Interview (wawancara)

Multimedia Skill:

- Project Manager
- Multimedia Designer
- Interface Designer
- Writer
- Video Specialist
- Audio Specialist
- Multimedia Programmer
- Web Producer

## 2.5. Scheduling

Penjadwalan projek multimedia melibatkan:

- Perkiraan waktu mulai
- Diperlukan waktu penyelesaian
- Pembagian struktur pekerjaan
- Penjadwalan kegiatan
- Mengalokasikan pemilik dan sumber daya

Sebuah penjadwalan melakukan dua hal:

- Memutuskan urutan pekerjaan
- Mengatur antrian pekerjaan

### **Gantt Chart**

Gantt chart adalah cara untuk grafis menunjukkan kemajuan proyek. Gantt chart adalah alat yang berguna untuk perencanaan dan penjadwalan proyek.

### **Screen template**

Adalah perancangan tampilan - tampilan yang mendasari semua jenis tampilan yang akan digunakan dalam projek multimedia. Setiap desain tampilan didesain menurut aturan yang telah ditentukan atau disepakati oleh manajer projek dengan pengertian maknanya masing – masing untuk setiap desain tampilan.

### **Peta Navigasi**

Sebuah peta navigasi menguraikan struktur proyek seluruh web menampilkan semua halaman html dan koneksi dari satu halaman ke lain. Hal ini berguna untuk mengatur dan jelas melihat bagaimana materi harus dihubungkan.

#### *a. Struktur linear*

Para pengguna web menavigasi berurutan, bergerak dari satu halaman ke halaman berikutnya.



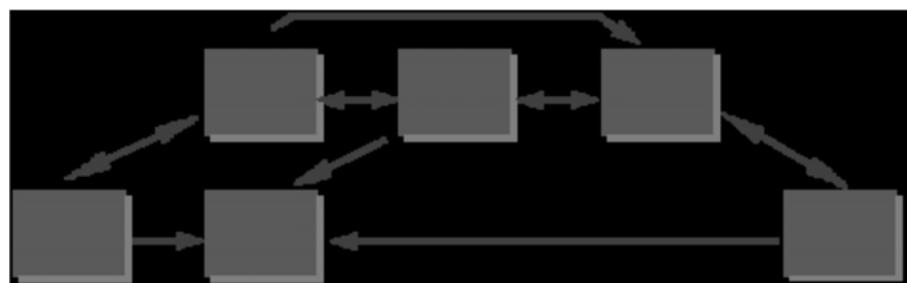
#### *b. Struktur hirarkis*

Analogi dengan cabang-cabang pohon. Untuk pindah dari atas ke bawah, kita harus bergerak turun satu cabang pada suatu waktu.



#### c. Non-Linear Struktur

Pengguna Web dapat menavigasi isi bebas melalui projek web, dibatasi oleh rute yang telah ditentukan.



#### d. Struktur Komposit

Pengguna dapat menavigasi secara bebas (seperti dalam struktur non-linear), tetapi kadang-kadang dibatasi untuk beberapa struktur linear atau hirarkis.

### Storyboard

Storyboard merupakan serangkaian sketsa dibuat berbentuk persegi panjang yang menggambarkan suatu urutan (alur cerita) elemen-elemen yang diusulkan untuk aplikasi multimedia.

Beberapa bidang dimana storyboard digunakan, yaitu:

- Film

Sebuah storyboard film pada dasarnya adalah besar komik dari film atau beberapa bagian dari film yang dihasilkan terlebih dahulu untuk membantu sutradara film ,

cinematographers dan televisi komersial iklan klien memvisualisasikan adegan dan menemukan masalah potensial sebelum terjadi.

- Teater

Kesalahpahaman yang umum adalah bahwa storyboard yang tidak digunakan dalam teater.

- Animatics

Dalam animasi dan efek khusus bekerja, tahap storyboarding dapat diikuti oleh disederhanakan mock-up yang disebut "animatics" untuk memberikan ide yang lebih baik tentang bagaimana adegan akan terlihat dan merasa dengan gerakan dan waktu.

- Pembuatan Komik

Beberapa penulis menggunakan gambar storyboard untuk scripting buku komik mereka, menunjukkan pementasan tokoh, latar belakang dan penempatan balon dengan instruksi-instruksi.

- Bisnis

- Media Interaktif

## Daftar Pustaka

- [1] Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2] Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**”  
Artech House Inc, MA, USA.
- [3] Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Text dan Hypertext

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	15027	03	Tim Dosen

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang teknologi text, penggunaan text dalam multimedia, desain dan edit font, file data text, dan hypertedia.

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang penggunaan format text yang tepat sesuai dengan proyek multimedia.

# Text and Hypertext

Text adalah data yang terdiri dari karakter-karakter yang menyatakan kata-kata atau lambang-lambang untuk berkomunikasi oleh manusia dalam bentuk tulisan. Di dalam System Multimedia, produk multimedia bergantung pada text untuk banyak hal. Antara lain:

- Untuk menjelaskan bagaimana cara kerja sebuah aplikasi
- Untuk memandu user dalam menjelajahi sebuah aplikasi
- Menyampaikan informasi yang dirancang aplikasi

## 3.1. Text Techonology

---

Text technology adalah jurnal elektrik bagi akademisi dan professional di seluruh dunia, menyediakan artikel dengan menggunakan computer untuk memperoleh, menganalisis, membuat, mengedit, atau menerjemahkan text.

### Typefaces, Fonts and Points

Typefaces adalah satu set dari satu atau lebih font, dalam satu atau lebih ukuran, dirancang dengan gaya persatuan, masing-masing terdiri dari terkoordinasi set glyphs. Fonts adalah Typefaces adalah satu set dari satu atau lebih font, dalam satu atau lebih ukuran, dirancang dengan gaya persatuan, masing-masing terdiri dari terkoordinasi set glyphs. Perbedaan antara font dan typeface adalah font menunjuk sebuah anggota spesifik dari tipe keluarga seperti roman, boldface, atau italic type, sementara typeface menunjuk pada penampilan visual yang konsisten atau gaya yang bisa menjadi “keluarga” atau terkait set dari font.

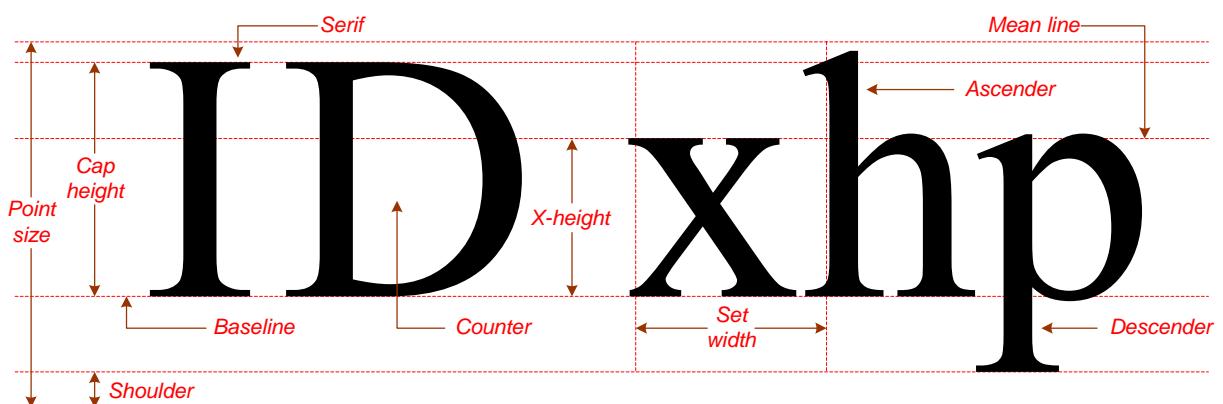
## 3.2. Penggunaan Teks dalam Multimedia

---

Penggunaan teks dalam multimedia antara lain: untuk **judul dan headline** (apa isinya), **menu** (ke mana harus pergi), **navigasi** (bagaimana cara ke sana), dan **isi** (apa yang dapat dilihat ketika sudah ke sana).

## Mendesain dan Mengedit Font

Font dapat diperoleh dari banyak sumber. Namun, jika ingin membuat project komersial, pastikan bahwa font yang ada dalam project itu sudah mendapat lisensi dari *supplier*. Font juga dapat dibuat sendiri, sehingga dapat sesuai dengan ide atau grafik. Salah satu software yang digunakan untuk mendesain font adalah: **Fontografer**.



Gambar 1. Anatomi Font

### 3.3. Text Data File

Berdasarkan isi dan karakter penyusunnya, file elektronik terbagi menjadi:

- *Plain Text* (ASCII), disusun dari karakter ASCII.

#### Plain text

This is plain text. It is readable by humans. It can contain numbers (01234) and punctuation (.,#@\*&) since it uses the ASCII character set.

Gambar 2. Plain Text

- *Rich Text*, selain disusun oleh karakter ASCII, juga memiliki format-format teks yang lain, seperti bold, tag <center>, dan sebagainya.

### Rich text

This is <b>rich text</b>. <br><center>It is also readable by humans but contains additional tags which control the presentation of the text.</center>

Gambar 3. Rich Text

*HyperText*, selain memiliki format *rich text*, juga menyediakan *hyperlink* untuk berpindah ke dokumen yang lainnya.

### Hypertext

This is <a href="http://www.w3c.org/">hypertext</a>. It uses the rich text format shown above but adds the ability to hyperlink to other documents.<hr>

Gambar 4. Hypertext

## 3.4. Bekerja dengan Text

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan panduan menggunakan teks :

- Gunakan kata-kata yang ringkas.
- Menggunakan tipe *font* yang sesuai.
- Dibuat agar mudah dibaca.
- Perhatikan tipe *style* dan warna.
- Gunakan batasan tertentu dan konsisten

## 3.5. Bagaimana text dapat digunakan secara efisien

Komunikasi Data

- Nama dan alamat pelanggan.
- Informasi harga dari produk.

Menjelaskan Konsep dan Ide

- Pernyataan misi perusahaan.

- Perbandingan prosedur medis.

#### Klarifikasi Media Lain

- Label pada tombol, ikon, dan layar.
- *Captions* dan *callouts* untuk grafis.

#### Keuntungan dan kerugian Penggunaan Text

##### *Keuntungan*

- Relatif murah untuk diproduksi.
- Menghadirkan ide-ide abstrak secara efektif.
- Menjelaskan media lain.
- Menyediakan kerahasiaan.
- Mudah diubah atau diperbarui.

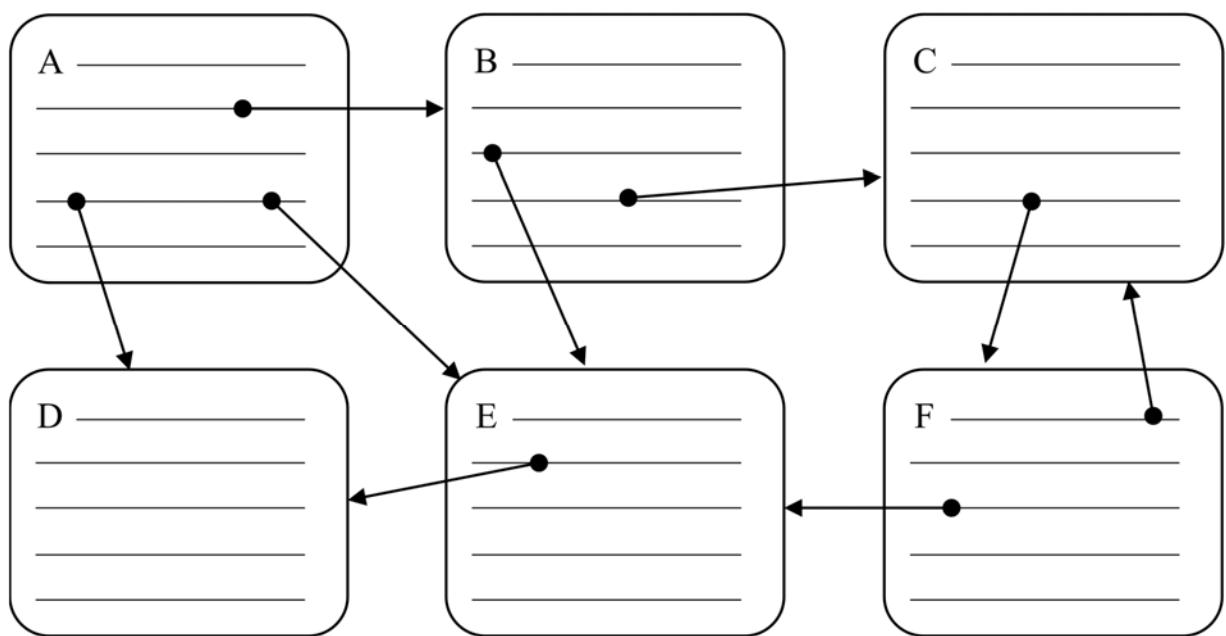
##### *Kerugian*

- Kurang mudah diingat dibandingkan dengan media visual lainnya.
- Membutuhkan perhatian lebih dari *user* dibandingkan dengan media lainnya.
- Dapat menjadi rumit.

### 3.6. Hypertext and Hypermedia

#### *Hypertext*

- Dokumen berbasis teks dengan penambahan data statis seperti gambar dan tabel.
- Referensi silang antar bagian melalui kata kunci yang bertindak seperti anchor, terhubung ke bagian lain.
- Terdiri dari jaringan node-node, yang dihubungkan melalui link yang dapat dikunjungi oleh user.



Gambar 5. Small Hypertext Structure

### *Hypermedia*

- Jenis data multimedia yang disimpan di dalam sebuah hypertext networked structure.
- Setiap node adalah presentasi. User dapat berpindah dari satu presentasi ke presentasi lainnya.

## Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Image

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>04</b>	Kode MK 15027	Disusun Oleh Tim Dosen
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	------------------	---------------------------

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang bentuk-bentuk *image*, peranan *image*, raster.bitmap *image*, vector/metafile *image*, jenis-jenis kompresi *image*

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang penggunaan *image* dan kompresinya dalam proyek multimedia

# Image

## 4.1. Image

---

Image adalah representasi grafis dan visual dari beberapa informasi yang dapat ditampilkan pada layar komputer atau dicetak.

### Bentuk – bentuk image

- Image terbagi dalam beberapa bentuk , seperti :
- Fotografi
- Gambar
- Lukisan
- Televisi
- Gambar gerak
- Peta, dan lain - lain.

### Peranan Image

- Image berperan penting dalam dunia multimedia, diantaranya :
- Navigasi
- Komponen antarmuka pengguna
- Bantuan Sistem
- Clip art

## 4.2. Raster/Bitmap Image

---

### Raster Image

Raster Image adalah gambar yang terbentuk dari titik – titik warna yang memiliki kedalaman warna dan kerapatan tertentu antara satu titik dengan titik lainnya. Titik – titik warna tersebut biasa disebut dengan Pixel. Pixel adalah elemen terkecil dari resolusi di layar komputer (Screen Resolution).

Macam – macam raster image :

1. Microsoft bitmap (.bmp)

Gambar bitmap adalah rekonstruksi dari gambar asli dan disimpan sebagai rangkaian pixel (titik - titik) yang memenuhi bidang monitor. Resolusi dan kualitasnya bergantung pada gambar asli. Digunakan di Microsoft windows

2. TIFF – Tagged Image File Format (.tif)

Digunakan untuk faxing images (lebih banyak digunakan untuk yang lain)

3. JPEG – Joint Photographic Expert Group (.jpg)

Berguna untuk menyimpan gambar foto

4. GIF – Graphics Interchange Format (.gif)

Banyak digunakan pada situs web

5. PNG – Portable Network Graphics (.png)

Format baru untuk web grafis

6. PCD – Kodak Photo CD

Format baru untuk menyimpan gambar dalam dikompresi dari pada CD

### 4.3. Kelebihan dan kekurangan raster image

---

Kelebihan:

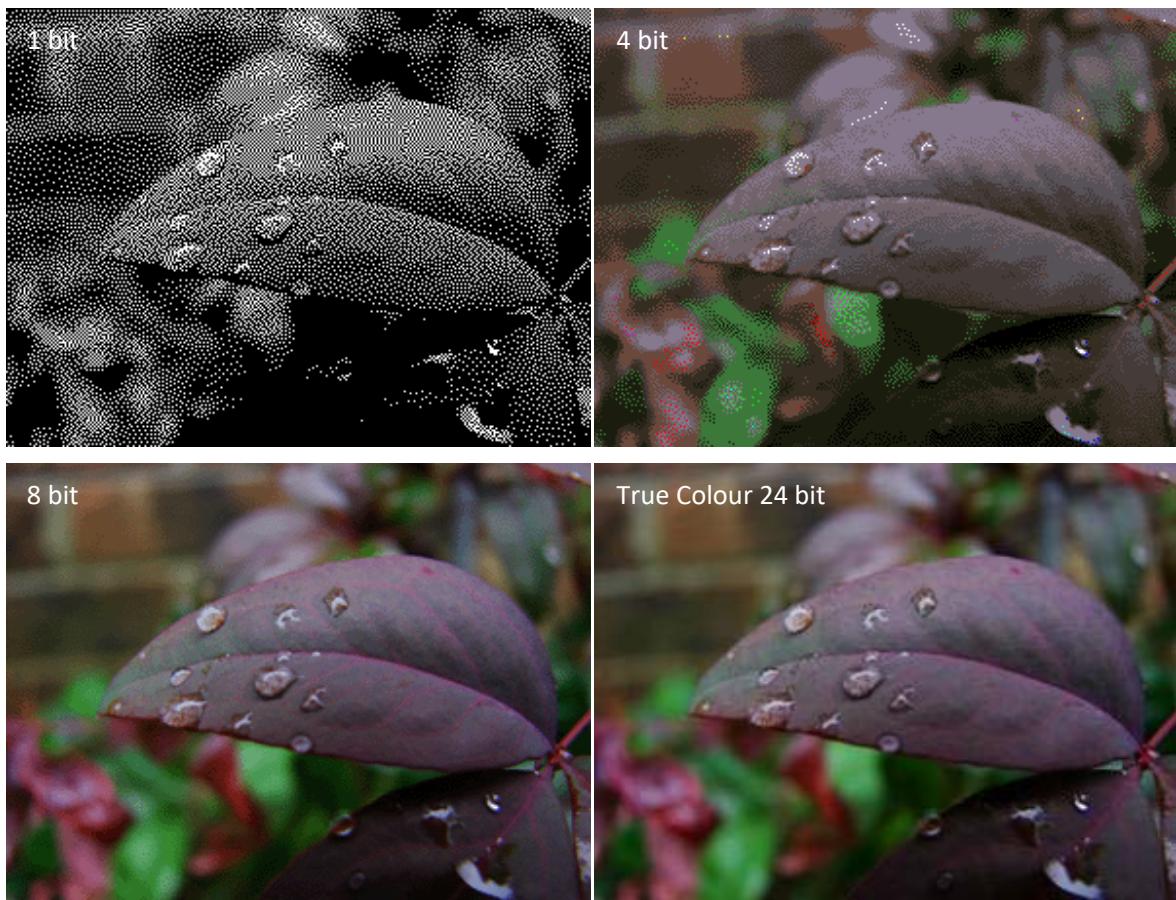
- Menyampaikan detail informasi dengan cepat
- Kehidupan nyata

Kekurangan

- Tergantung pada resolusi
- Berpengaruh terhadap kualitas sebuah gambar
- Ukuran file tersebut menjadi besar

Software yang mendukung raster image

1. Adobe Photoshop
2. Adobe Fireworks
3. Corel Paint shop pro
4. microsoft paint
5. microsoft photodraw
6. Open canvas



Gambar 1. Colour Depth

#### 4.4. Vektor/Metafile Image

Gambar jenis vektor tidak disimpan sebagai gambar berbasis pixel, tetapi sebagai rangkaian instruksi algoritma kurva, garis (arah dan ukurannya) serta warna dan berbagai bangun lainnya. Vektor gambar menyimpan set grafik primitif yang diperlukan untuk mewakili gambar. Sebuah primitif grafis adalah grafis sederhana berdasarkan gambar elemen atau objek seperti bentuk persegi, garis, ellips, busur, dll. Gambar terdiri dari satu set perintah (persamaan matematika) yang ditarik objek bila diperlukan.

Bentuk Primitive geometric drawing :

1. Basic : Line, Polyline, arc, Bezier curve



## Gambar 2. Geometric Drawing

1. Text : font, weight
2. Shapes : Circle, ellipse, rectangle, square, pie segment, triangle, pentagon dll

Macam-macam format vektor image:

1. Windows Metafile (.wmf)
2. SVG – Scalable Vector Graphics (.svg)
3. CGM – Computer Graphics Metafile (.cgm)
4. Adobe Postscript (.ps)
5. Adobe Portable Document Format (.pdf)
6. Drawing Exchange Format (.dfx)
7. Encapsulated Postscript (.enf)

*Kelebihan dan kekurangan vektor image*

Kelebihan :

- Tidak memerlukan banyak memori untuk menyimpan
- Lebih mudah untuk memanipulasi

Kekurangan :

- Tingkat keterbatasan detail terlihat pada gambar

Software yang mendukung vektor image

1. Adobe Flash
2. Adobe Illustrator
3. Adobe Freehand
4. Microsoft Silverlight

#### 4.5. Kompresi Image

---

Dalam ilmu komputer dan teori informasi , kompresi data atau sumber pengkodean adalah proses *encoding* informasi dengan menggunakan lebih sedikit bit (atau unit informasi-bantalan lainnya) dari sebuah *unencoded* representasi. Proses ini menggunakan pengkodean skema khusus.

Perbedaan Tipe Kompresi Image

1. Lossless compression

Adalah salah satu dari tipe compression image dengan cara memodifikasi data yang terorganisir atau diwakili untuk mengurangi ukuran penyimpanan.

2. Lossy compression

Cobalah untuk memaksimalkan kompresi tanpa kehilangan jelas bagi pengguna manusia. Hapus detail selama kompresi. Kompresi diulang menyebabkan kerugian dalam kualitas.

3. Warna

Warna adalah komponen penting multimedia. Manajemen warna baik subjektif dan teknis dilihat dari beberapa tahap. Memilih warna yang tepat dan kombinasi warna untuk proyek dapat melibatkan percobaan sampai Anda merasa hasil yang tepat.

4. Memahami alam dan warna cahaya

Cahaya berasal dari sebuah atom ketika sebuah elektron berpindah dari yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah, sehingga setiap atom menghasilkan warna unik yang spesifik.

5. Graphics

Graphics adalah salah satu perangkat yang digunakan untuk membuat gambar dan mendesain aplikasi multimedia.

#### 6. Model 3 – Dimensional Graphics

Sebuah variasi dalam format vector yang berguna sebagai spesifikasi dalam koordinat x, y, dan z. Model 3D graphics ini dapat ditemukan dalam bentuk kubus, balok, pyramid, dll.

#### 7. Image Hardware

Hardware untuk menangkap/memindahkan image

##### a. Scanner

Adalah alat atau perangkat keras yang digunakan untuk memindahkan image atau gambar dari hardware lain sehingga dapat dilihat atau disimpan dalam komputer.

Kegunaan scanner adalah untuk cek resolusi optimal dari gambar.

Bentuk scanner :

- Drums
- Flat-bed
- Negative/slide
- Hand held

##### b. Kamera digital

Menggunakan memori digital yang tersimpan di dalam kamera yang dicetak dalam film dan gambar yang ditangkap ditransfer ke dalam komputer melalui kabel. Salah satu jenis tipe kamera adalah Camcoder atau PC webcam yang merupakan produk rumahan dengan resolusi rendah.

Hardware untuk menggambar / mengedit image

##### a. Graphics / digitizer tablet pen

Ditujukan untuk menggambar oleh para digital artis dengan sensitivitas yang tinggi (touch screen) dan dapat menggunakan mouse untuk membantu menggambar dengan hasil yang bagus.

##### b. Bekerja dengan grafis harus mempertimbangkan pedoman – pedoman sebagai berikut :

- i. Pilihlah grafis yang sesuai dengan pekerjaan Anda
- ii. Pilihlah software yang sesuai
- iii. Gunakan kedalaman warna minimum

### 4.6. Jenis dan kegunaan grafis secara efektif

---

Garis adalah representasi gambar grafis dari benda-benda fisik.

Ada 3 macam gambar garis:

- Isometric : merupakan objek 3-D tanpa perspektif realistik
- Ortografik : adalah representasi 2-D dari obyek
- Perspektif : merupakan objek dalam bentuk yang paling realistik

### *Grafik dan Tabel*

Hanya dalam sekejap, grafik dapat menyediakan data spesifik, menunjukkan kecenderungan umum data atau menggambarkan hubungan antara data yang ada dan data yang baru.

### *Diagram*

Membantu pengguna konsep proses, aliran atau keterkaitan. Contoh diagram meliputi: diagram flow, skematis gambar dan diagram blok.

Kelebihan dan kekurangan menggunakan Image

Kelebihan :

- Menyampaikan banyak informasi secara cepat
- Dapat menambahkan simulasi visual dan warna
- Dapat berkomunikasi lintas batas bahasa
- Meningkatkan media lainnya

Kekurangan :

- Tidak memberikan penjelasan secara mendalam
- Grafik jarang digunakan untuk menyampaikan seluruh pesan dalam pengaturan bisnis, teknis atau keselamatan
- Dapat disalahartikan
- Grafik harus digunakan dengan hati-hati untuk memastikan agar pesan tidak ambigu atau cryptic

# Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## **MODUL PERKULIAHAN**

# **Sistem Multimedia**

## **Animasi**

<b>Fakultas</b> Ilmu Komputer	<b>Program Studi</b> Teknik Informatika	<b>Tatap Muka</b> <b>05</b>	<b>Kode MK</b> <b>15027</b>	<b>Disusun Oleh</b> Tim Dosen
----------------------------------	--	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

### **Abstract**

Modul ini berisi materi tentang animasi 2D dan 3D, modeling, rendering, dan spesial efek untuk animasi

### **Kompetensi**

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang penggunaan animasi berikut spesial efek yang yang tepat sesuai dengan proyek multimedia.

# Animasi

Animasi adalah urutan frame yang ketika diputar dalam rangka dengan kecepatan yang cukup, dapat menyajikan gambar bergerak lancar seperti sebuah film atau video. Animasi dapat juga diartikan dengan menghidupkan gambar, sehingga anda perlu mengetahui dengan pasti setiap detail karakter anda, mulai dari tampak (depan, belakang,  $\frac{3}{4}$  dan samping) detail muka si karakter dalam berbagai ekspresi (normal, diam, marah, senyum, ketawa, kesal, dan lainnya.) lalu pose/gaya khas karakter bila sedang melakukan kegiatan tertentu yang menjadi ciri khas si karakter tersebut.

## 5.1. Animasi 2D

Animasi 2D adalah penciptaan gambar bergerak dalam lingkungan dua dimensi. Hal ini dilakukan dengan urutan gambar berturut-turut, atau "frame", yang mensimulasikan gerak oleh setiap gambar menunjukkan berikutnya dalam perkembangan bertahap langkah-langkah.

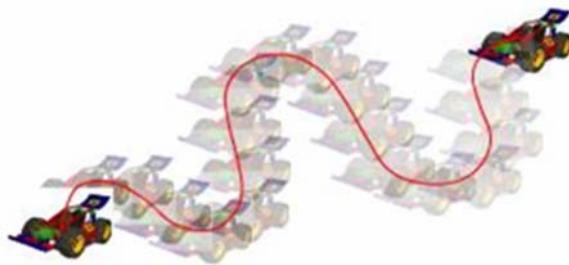
2 tipe dari 2D animation :

- Cel animasi

**Animasi Cel** berasal dari kata "celluloid", yaitu bahan dasar dalam pembuatan animasi jenis ini ketika tahun-tahun awal adanya animasi. Animasi cel merupakan lembaran-lembaran yang membentuk animasi tunggal, masing-masing cel merupakan bagian yang terpisah sebagai objek animasi. misalnya ada tiga buah animasi cel, cel pertama berisi satu animasi karakter, cel kedua berisi animasi karakter lain, dan cel terakhir berisi latar animasi. Ketiga animasi cel ini akan disusun berjajar, sehingga ketika dijalankan animasinya secara bersamaan, terlihat seperti satu kesatuan. Contoh animasi jenis ini adalah film kartun seperti Tom and Jerry, Mickey Mouse dan Detectif Conan.

- Path animasi

**Animasi Path** adalah animasi dari objek yang gerakannya mengikuti garis lintasan yang sudah ditentukan. Contoh animasi jenis ini adalah animasi kereta api yang bergerak mengikuti lintasan rel. Biasanya dalam animasi path diberi perulangan animasi, sehingga animasi terus berulang hingga mencapai kondisi tertentu. Dalam Macromedia Flash, animasi jenis ini didapatkan dengan teknik animasi path, teknik ini menggunakan layer tersendiri yang didefinisikan sebagai lintasan gerakan objek.



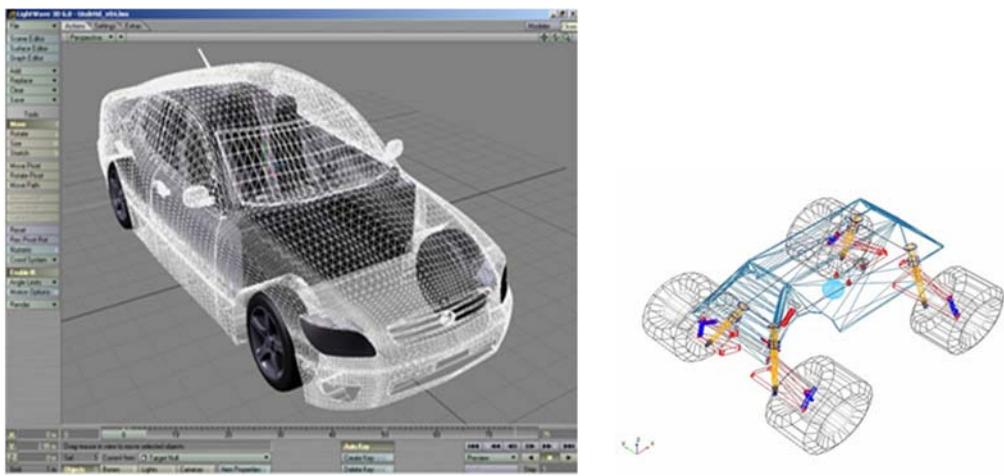
Gambar 1. Path Animation

## 5.2. Animasi 3D

Animasi 3D adalah objek animasi yang berada pada ruang 3D. Objek animasi ini dapat dirotasi dan berpindah seperti objek riil.

Proses pembuatan grafis komputer 3D dapat dibagi secara sekuens menjadi 3 fase dasar:

- **Modeling** : Proses menyusun bentuk sebuah objek dengan membuat kontur yang luas dan struktur dari objek 3D dan adegan.
- **Animation** : Mendefinisikan perpindahan objek.
- **Rendering** : Proses mengeneralisasi sebuah gambar dari sebuah model dengan memberikan atribut objek seperti warna, tekstur permukaan dan kadar transparansi dengan menggunakan program komputer.

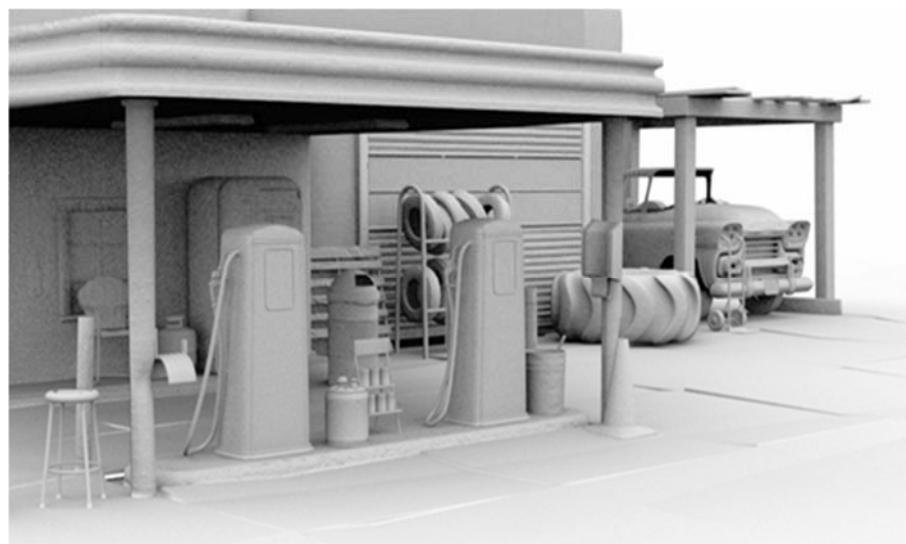


Gambar 2. Modeling

### 5.2.1 Modelling

Hampir seluruh model 3D dapat dibagi menjadi 2 kategori :

- **Solid** : Model ini mendefinisikan volume dari objek yang mereka tampilkan (seperti batu). Model ini lebih realistik, namun lebih sulit untuk dibangun. Model solid kebanyakan digunakan untuk simulasi nonvisual seperti simulasi medis dan teknik, untuk CAD dan aplikasi visual khusus seperti ray tracing dan konstruksi geometri solid.
- **Shell / Boundary** : Model ini menggambarkan permukaan seperti batas objek, bukan volumenya (seperti cangkang yang sangat tipis). Model ini lebih mudah dikerjakan daripada model solid. Kebanyakan model visual yang digunakan dalam game dan film adalah model shell.



Gambar 3. (a). Rendering



Gambar 3. (b) Rendering

### 5.2.2 Animation

Ada beberapa teknik untuk membuat animasi :

- **Traditional Animation:** Proses yang digunakan untuk sebagian besar film animasi pada abad ke-20. Setiap frame dari film animasi tradisional adalah foto dari gambar, yang terlebih dahulu digambar di kertas. Untuk membuat

ilusi gerakan, masing-masing gambar dibuat sedikit berbeda dengan gambar yang sebelumnya.

- **Full Animation:** Merujuk pada proses produksi film animasi tradisional berkualitas tinggi, dimana secara teratur menggunakan gambar yang detail dan gerakan yang masuk akal. Film animasi penuh dapat dibuat dengan berbagai cara, dari animasi yang realistik hingga yang lebih mengarah ke kartun.
- **Limited Animation:** Menggunakan detail yang kurang rinci dan/atau gambar yang lebih stylist dan metode perpindahan. Penggunaannya telah menghasilkan animasi berbiaya efektif untuk media seperti televisi dan kemudian internet.
- **Rotoscoping:** Merupakan teknik dimana animator melacak gerakan live-action, frame demi frame. Sumber film dapat secara langsung digandakan dari aktor ke gambar animasi.
- **Live-action/animation:** Teknik yang mengkombinasikan karakter yang digambar tangan menjadi gambar live-action.

### 5.2.3 Rendering

---

- Beberapa teknik berhubungan langsung dengan algoritma, ketika digunakan bersama-sama.
- **Shading :** Bagaimana warna dan tingkat kecerahan permukaan dipengaruhi oleh pencahayaan.
- **Texture-mapping :** Metode untuk mengaplikasikan detail pada permukaan.
- **Bump-mapping :** Metode simulasi bump skala kecil pada permukaan.
- **Fogging/participating medium :** Bagaimana cahaya meredup ketika melewati atmosfer yang tidak bersih atau udara.
- **Shadows :** Pengaruh menghalangi cahaya.
- **Soft Shadows :** Variasi tingkat gelap yang disebabkan oleh terhalanginya sumber cahaya.
- **Reflection :** Seperti cermin atau mengkilap.

- **Transparency (optics), transparency (graphic) atau opacity** : Transmisi yang tajam dari cahaya yang melalui objek solid.
- **Transluency** : Transmisi cahaya melalui objek solid yang sangat menyebar.
- **Refraction** : Pembengkokan cahaya yang terkait dengan transparansi.
- **Diffraction** : Pembengkokan, penyebaran dan interferensi cahaya yang melewati suatu objek.
- **Indirect illumination** : Permukaan diterangi cahaya yang dipantulkan oleh permukaan lain, bukan langsung dari sumber cahaya.
- **Caustics** : Bentuk pencahayaan tidak langsung, pantulan cahaya dari sebuah objek mengkilat atau memfokuskan cahaya melalui objek transparan untuk menghasilkan cahaya ke objek lain.
- **Depth of field** : Objek tampil buram atau tidak focus ketika terlalu jauh di depan atau di belakang objek dalam focus.
- **Motion blur** : Objek yang tampil buram karena gerak kecepatan tinggi atau gerakan kamera.
- **Non-photorealistic rendering** : Rendering gambar dengan gaya artistic, agar terlihat seperti lukisan atau gambar.

### 5.3. Animation Special Effects

---

#### 1. Morphing

Morphing adalah efek khusus dalam film dan animasi yang berubah (atau morph) satu gambar ke lain melalui suatu transisi mulus. Paling sering digunakan untuk menggambarkan seseorang berubah menjadi lain melalui sarana teknologi atau sebagai bagian dari fantasi atau urutan nyata.

#### 2. Warping

Warping adalah proses manipulasi gambar digital sehingga setiap bentuk digambarkan dalam gambar secara signifikan telah terdistorsi. Warping dapat digunakan untuk mengoreksi distorsi gambar serta untuk tujuan kreatif (misalnya, morphing). Teknik yang sama-sama berlaku untuk video.

### 3. Virtual Reality

Virtual Reality adalah istilah yang berlaku untuk komputer-simulasi lingkungan yang dapat mensimulasikan tempat di dunia nyata, maupun di dunia khayalan. Kebanyakan lingkungan virtual reality saat ini terutama pengalaman visual, yang ditampilkan baik pada layar komputer atau melalui khusus menampilkan stereoskopik , tetapi beberapa simulasi meliputi informasi sensorik tambahan, seperti suara melalui speaker atau headphone.

### 4. Animasi

- Animasi teks

Menggunakan perintah HTML <blink> menyebabkan teks untuk flash on dan off.

- Gif animasi

Menggunakan program software untuk membuat serangkaian file gif seperti GIF Builder.

- Sutradara film

Animasi yang dimainkan dengan menggunakan Shockwave plug-in (sebuah runtime tambahan standard yang sangat powerful untuk menampilkan berbagai multimedia).

- 3D lingkungan

Bahasa komputer yang digunakan untuk membuat gambar 3D.

## 5.4. Keuntungan dan Kelemahan Menggunakan Animasi

---

Keuntungan:

- Menarik Perhatian.
- Menampilkan aksi-aksi yang tidak terlihat atau process fisik dengan bentuk yang berbeda.
- Meningkatkan retensi.
- Memungkinkan visualisasi dari konsep imajinasi, objek, dan hubungan-hubungannya.
- Animasi dapat menggabungkan sejumlah besar data ilmiah ke dalam suatu paket, yang kemudian dapat disajikan dengan lebih simple.

- Animasi dapat membuat kembali kejadian, yang di dunia nyata terlalu mahal atau terlalu berbahaya untuk bereproduksi, misalnya. kecelakaan pesawat, kejadian yang sudah terjadi dan tidak lagi ada.
- Menggunakan animasi dengan flash untuk membuat situs web menjadikan situs tersebut lebih interaktif dan dinamis. Pengunjung ke situs web secara alami akan tertarik pada desain animasi dan sarana yang memungkinkan mereka untuk berpartisipasi dalam proses melihat keseluruhan.
- Dengan berkembangnya tools dalam pembuatan animasi flash, sekarang ini memastikan bahwa perancang dapat membuat desain web yang rumit dan sangat baik, yang akan sulit terjadi dalam pengaturan HTML yang statis.
- Ukuran file animasi flash yang semakin kecil, yang memungkinkan loading situs lebih cepat dari sebelumnya.

#### Kelemahan:

- Memerlukan tempat penyimpanan dan memory yang besar.
- Memerlukan peralatan khusus untuk presentasi kualitas.
- Animasi 2D tidak mampu menggambarkan aktualisasi seperti video ataupun fotografi.
- Sulitnya pencarian dilakukan, karena Flash dan animasi teks sering tidak dalam format yang dapat dengan mudah dibaca oleh search engine.
- Diperlukannya plug-in khusus yang harus diinstal browser.
- Terlalu banyak animasi dan grafik juga akan membuat loading halaman web lambat.
- Situs dengan animasi flash intro yang lengkap dengan audio, kadang membuat kesal pengunjung situs yang tidak ingin dipaksa mendengar audio. Ditambah dengan adanya file audio, beban loading komputer semakin besar, yang menyebabkan loading situs semakin lambat dan tidak efisien.

## Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo "**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**" Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.





## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Sound

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	15027	06	Tim Dosen

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang sound, format file audio, karakteristik gelombang suara, audio digital, menghitung ukuran file audio digital, dan MIDI

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang format sound dan perbandingan format file audio

# Sound

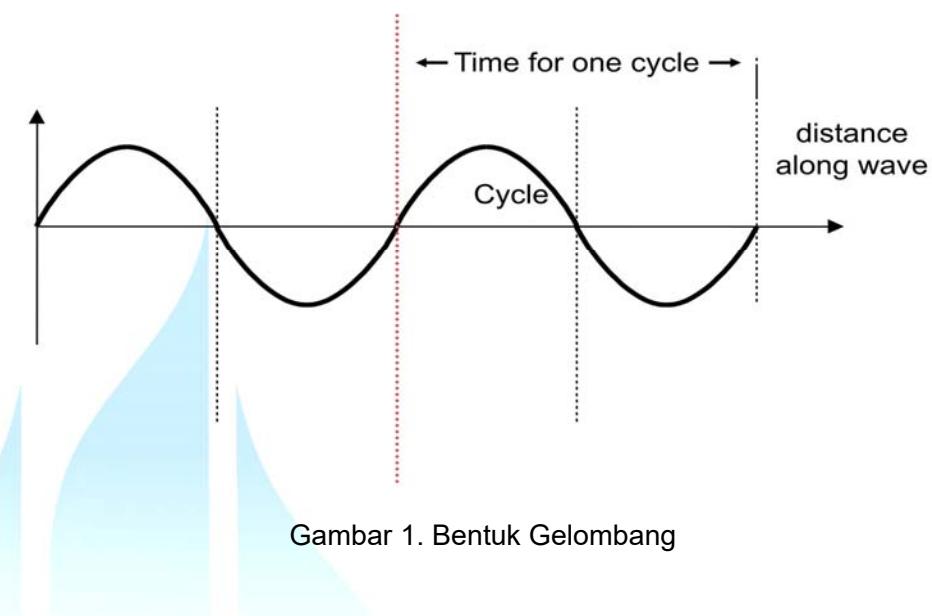
Sound adalah getaran yang cepat yang ditransmisikan sebagai variasi dalam tekanan udara.

- Getaran dikirimkan melalui cairan padat elastis atau atau gas, dengan frekuensi dalam kisaran perkiraan 20 sampai 20.000 hertz, mampu terdeteksi oleh organ manusia pendengaran.
- Menyebarluaskan getaran frekuensi apapun.
- Sensasi merangsang pada organ-organ pendengaran oleh getaran tersebut di udara atau medium lainnya.
- Sensasi tersebut dianggap sebagai sebuah kelompok.

Suara terdiri dari kata yang diucapkan, suara, music dan bahkan kebisingan. Sebagai suara bergetar itu menabrak molekul dari medium sekitarnya menyebabkan gelombang tekanan untuk melakukan perjalanan jauh dari sumber di segala arah

Jenis Sound dalam Multimedia:

- Pidato
- Musik
- Efek Suara



Gambar 1. Bentuk Gelombang

## 6.1. Format File Audio

---

Ada tiga kelompok utama dari format file audio:

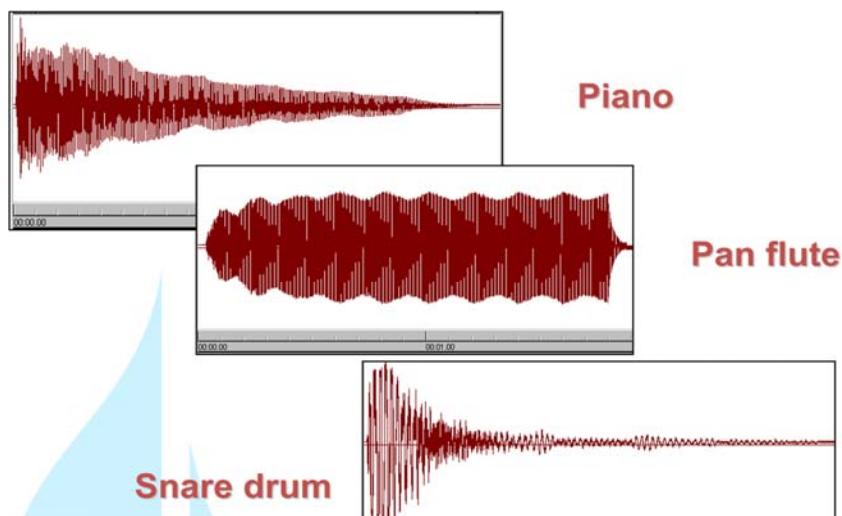
- Uncompressed format audio, seperti WAV, AIFF, AU atau raw header-less PCM
- Format dengan kompresi lossless, seperti FLAC, Audio (nama file ekstensi APE), Monyet WavPack (nama file ekstensi WV), shorten, TTA, ATRAC Advanced Lossless, Apple Lossless, MPEG-4 SLS, MPEG-4 ALS, MPEG-4 DST , Windows Media Audio Lossless (WMA Lossless)
- Format dengan lossy compression, seperti MP3, Vorbis, Musepack, AAC, ATRAC dan lossy Windows Media Audio (WMA).

## 6.2. Karakteristik Gelombang Suara

---

Berikut adalah karakteristik-karakteristik gelombang suara :

- Frekuensi
- Tingkat di mana suara diukur
- Jumlah siklus per detik atau Hertz (Hz)
- Menentukan nada suara yang terdengar oleh telinga kita
- Nada tinggi suara → frekuensi yang lebih tinggi, suara lebih jelas dan tajam



Gambar 2. Contoh-contoh bentuk Gelombang

### Amplitudo

- Intensitas sound atau kenyaringan
- Suara keras itu, amplitudo lebih besar
- Selain itu, semua suara memiliki durasi dan suara musik yang berurutan disebut irama.

### Analog to Digital Converter (ADC)

- Sebuah ADC adalah sebuah alat yang mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital
- Suatu sinyal analog merupakan nilai kontinu
- Hal ini dapat memiliki nilai tunggal pada skala terbatas
- Sebuah sinyal digital adalah sebuah nilai diskrit
- Memiliki nilai terbatas (biasanya integer)
- Sebuah ADC disinkronisasikan ke beberapa jam
- Ini akan memonitor sinyal analog kontinu di tingkat menetapkan dan mengubah apa yang dilihatnya ke nilai diskrit pada saat tertentu dalam waktu
- Proses untuk mengkonversi analog ke suara digital disebut Sampling. Gunakan PCM (Pulse Code Modulation)
- Ketika Anda menyajikan gelombang suara sebagai angka, proses ini disebut digitalisasi dan hasilnya akan menjadi digital audio

## 6.3. Audio Digital

---

Audio digital dibuat saat mengonversikan sebuah gelombang suara kedalam angka prosesnya disebut digitizing(mendigitalkan). Suara digital dapat dibuat dari sebuah mikrofon, synthesizer, tape recording yang ada, siaran televisi dan radio secara live, CD-CD populer, dan juga dapat dari sumber suara apapun(natural) yang sudah direkam.

### Mempersiapkan file audio digital

- Terdapat dua aspek krusial untuk mempersiapkan file audio digital :
- Menyelaraskan kebutuhan kualitas suara dalam sumber daya RAM dan hard disk
- Menyeting level recording yang sesuai untuk mendapatkan recording yang bersih dan bagus

## 6.4. Menghitung ukuran file audio digital

---

Rumus yang di gunakan :  $\frac{(rate) \times (durasi) \times (resolusi) \times (channels)}{8}$

Dimana :

- Sampel rate dalam Hz
- Durasi dalam second/detik
- Resolusi dalam bits(1 untuk 8 bits dan 2 untuk 16 bit)
- Channel : 1 untuk mono, 2 untuk stereo, dst

### Editing recording digital

- Banyak track adalah penting untuk dapat mengedit dan mengkombinasikan banyak track dan menggabungkan track dan mengeksornya ke dalam campuran akhir dalam satu file audio.
- Trimming memindahkan hampa udara atau ruang kosong dari bagian depan recording dan waktu tambahan yang tidak perlu pada bagian akhir merupakan tugas pertama dalam editing suara.
- Splicing dan assembly dengan menggunakan peranti yang sama yang dimaksudkan untuk triming, mungkin produser ingin memindahkan noise yang berlebihan tanpa sengaja termuat dalam recording.
- Pengaturan volume jika mencoba menggabungkan sepuluh recording berbeda kedalam satu sound track, sangat kecil kemungkinan untuk meperoleh volume yang sama untuk setiap segmen.
- Konversi format. Dalam beberapa kasus, perangkat lunak editing audio digital dapat membaca format dengan cara berbeda dengan program presentasi atau authoring.
- Resampling atau downsampling. jika merekam dan mengedit suara pada angka sampling 16-bit, namun menggunakan angka dan resolusi yang lebih rendah, maka harus dilakukan resample atau downsample.
- Fade-in dan Fade-out kebanyakan program menawarkan kapabilitas tertutup, yang berguna untuk bagian yang lama yang perlu di fade-in atau di fade-out secara perlahan. Enveloping membantu memperhalus bagian awal dan akhir file suara.

- Equalization beberapa program menawarkan kapabilitas digital equalization (EQ) yang mengizinkan produser untuk memodifikasi isi frekuensi recording sehingga terdengar lebih terang atau gelap
- Time stretching program yang maju mengizinkan user mengubah lamanya (waktu) file suara tanpa mengubah pitch-nya.
- Digital signal processing (DSP) beberapa program mengizinkan user untuk memproses sinyal dengan gema, multitap delay, chorus, flange, dan efek khusus lain menggunakan rutin digital signal processing (dsp).

## 6.5. MIDI

---

MIDI singkatan dari Musical Instrument Digital Interface yaitu sebuah "interface" yang menghubungkan sistem komputer dengan keyboard instrumen musik. Untuk membentuk sistem Musik MIDI diperlukan sebuah keyboard instrumen musik yang mempunyai penghubung MIDI sebuah CPU komputer sebuah monitor dan sebuah printer (sebagai tambahan).

Adapun Istilah-istilah MIDI dan kegunaannya adalah sebagai berikut :

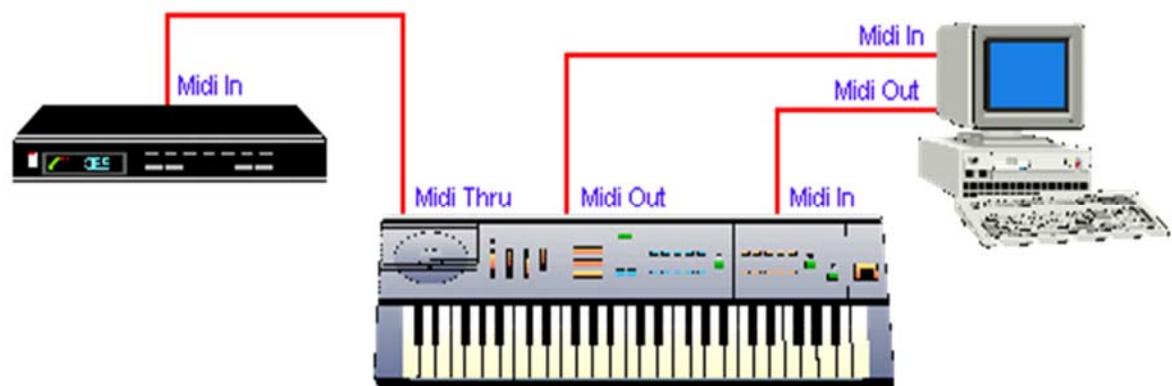
- MIDI Interface
- MIDI Interface adalah serangkaian serial ports Pin yang terdiri dari port MIDI IN, MIDI OUT dan MIDI THRU. Port-port inilah yang akan menghubungkan suatu instrumen dengan instrumen lainnya.
- Note ON
- Note On adalah perintah dari instrumen pengontrol untuk menyembunyikan sebuah nada pada instrumen yang dituju.
- Patch Change
- Patch Change adalah perintah dari pengontrol untuk mengganti program suara pada instrumen yang dikontrol.
- System Exclusive

Walaupun sekarang sudah zamannya standarisasi MIDI, tetapi saja setiap pembuat synthesizer pasti membangun fitur-fitur khusus dalam keyboardnya.

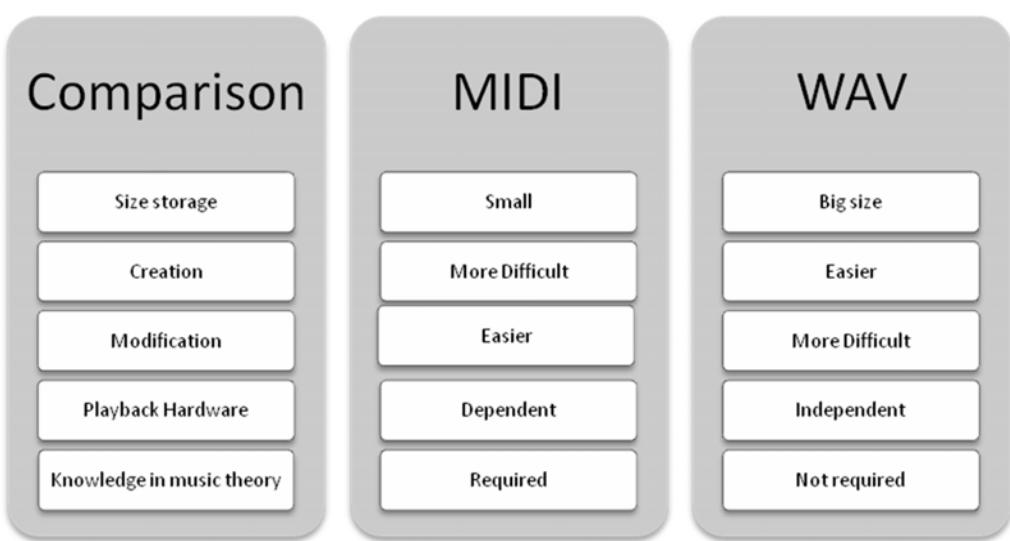
- MIDI Sound Module

MIDI Sound Module adalah sebuah synthesizer yang tidak mempunyai keyboard sendiri, melainkan harus dimainkan lewat keyboard yang terpisah.

- MIDI Sequencer
  - MIDI Sequencer fungsinya adalah untuk merekam perintah-perintah MIDI dan memainkan kembali rekaman tersebut.
- Standard MIDI Files
  - Standard MIDI Files ( SMF ) adalah sebuah standar yang dibuat oleh MMA agar file yang dibuat oleh sebuah sequencer dapat dibaca oleh sequencer lainnya.
- MIDI Controller
- Untuk mengirim perintah MIDI tidak harus menggunakan perangkat keyboard saja, melainkan ada juga perangkat yang disebut MIDI Guitar Controller, yaitu alat berbentuk guitar yang dapat mengirim sinyal instrumen MIDI ke MIDI In lain untuk mengendalikan instrumen tersebut.



Gambar 3. MIDI Setup



Gambar 4. Perbandingan antara **MIDI** dan **WAV**

Adapun kelebihan MIDI adalah sangat fleksible dalam proses editing. Misal pada saat merekam, kita menggunakan suara flute yang keluar, nanti setelah terekam data midi ini bisa kita rubah agar yang keluar itu suara horn misalnya. Ini yang tidak bisa dilakukan pada data yang berbentuk audio.

Tetapi kekurangan midi adalah tidak merepresentasikan music melainkan suara instrument dan pastinya format ini sudah dianggap kuno dibandingkan mp3.

# Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Video

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>07</b>	Kode MK <b>A32151EL</b>	Disusun Oleh Ida Nurhaida. ST., MT.
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	----------------------------	--

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang digital video, pertimbangan ukuran file, penggunaan video, representasi sinyal video, transmisi, dan digitalization

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang video dan penggunaannya dalam system multimedia berdasarkan ukuran file

# Video

Video adalah teknologi untuk menangkap, merekam, memproses, mentransmisikan dan menata ulang gambar bergerak.

Berbagai jenis film yang ada antara lain :

- Movie Dari Film
- Analog Video

Pada video informasinya disimpan menggunakan signal dari video televisi, film, videotape atau media non komputer lainnya. Setiap frame direpresentasikan menggunakan signal listrik yang dikenal sebagai gelombang analog atau video komposit yang telah mempunyai semua komponen video yaitu : pencahayaan, warna, dan sinkronisasi.

Proses pengeditan pada tape analog adalah proses yang linear.

- Untuk mendapatkan bagian yang kita inginkan, maka kita harus memajukan atau memundurkan video tape.
- Untuk menggerakan bagian ke tempat lain di urutan video tersebut, maka kita harus antara merekam ulang bagian tersebut atau memotong dan menyambungkan video tape itu lagi.

## 7.1. Digital Video

Digital video adalah proses digitalisasi dari signal video analog menjadi format angka. Hal ini akan membuat ilusi dari gerakan yang ditampilkan oleh urutan cepat perubahan gambar ke layar.

Digital video terdiri dari beberapa bitmap gambar – gambar digital yang tegak lurus ditampilkan dengan urutan yang cepat pada perbandingan yang konstan. Karena setiap frame adalah bitmap digital image yang tegak lurus maka setiap frame terdiri dari pixels.

Perubahan dari analog ke format digital membutuhkan penggunaan ADC (Analogue to Digital Converter).

Proses pengeditan video adalah proses mengedit segmen – segmen gerakan dari beberapa potongan video, efek spesial, dan rekaman suara. Pengeditan film gambar bergerak adalah nenek moyang dari video editing, dalam beberapa cara video editing mensimulasikan editing film gambar bergerak.

Proses pengeditan adalah proses yang non-linear. Dimana kita dapat memindahkan bagian dari video tersebut pada komputer dan memainkannya lagi.

Aplikasi video pada multimedia mencakup banyak aplikasi

- Entertainment: roadcast TV, VCR/DVD recording
- Interpersonal: video telephony, video conferencing
- Interactive: windows

### Berbagai Jenis Video

1. Video analog format elektrik
  - RF
  - Composite Video
  - Component Video
  - S-Video
  - RGB
2. Video analog format kaset
  - Ampex
  - VERA (BBC)
  - U-matic (Sony)
  - Betamax (Sony)
  - Betacam
  - Betacam SP
  - VHS (JVC)
  - S-VHS (JVC)
  - VHS-C (JVC)
  - Video 2000 (Philips)
  - 8mm tape
  - Hi8
3. Disk optik format penyimpanan
  - D1 (Sony)
  - D2 (Sony)
  - D3
  - D4
  - D5
  - Digital Betacam (Sony)
  - Betacam IMX (Sony)
  - D-VHS (JVC)
  - DV
  - MiniDV
  - MicroMV
  - Digital8 (Sony)
4. Video digital terpilih format encoding
  - CCIR 601
  - MPEG-2
  - H.261
  - H.263
  - H.264

## 7.2. Pertimbangan Ukuran File

---



**Ukuran File = Frame Size x Frame Rate x Color Depth x Time**

Dimana :

- Frame Size = Ukuran gambar (width x height dalam pixels)
- Frame Rate = Frames per second
- Color Depth = Diukur dalam bytes
- Time = Waktu dalam detik

(Namun ini tidak mengikutsertakan data berupa suara di dalamnya)

## 7.3. Penggunaan Video

---

Bagaimana video dapat digunakan secara efektif :

1. Menampilkan prosedur fisikal. Penggunaannya antara lain :
  - Menginstall board dalam PC
  - Mengatur ulang timing mesin
2. Menarik dan mempunyai ketertarikan. Penggunaannya antara lain :
  - Mengiklankan produk dan layanan
  - Mengajarkan teknik terbaru kepada karyawan yang sibuk
3. Membawakan skenario. Penggunaannya antara lain :
  - Melatih teknisi untuk berespon kepada kerusakan peralatan
  - Mendemonstrasikan penggunaan produk
4. Menganalisa pergerakan. Penggunaannya antara lain :
  - Pergerakan tubuh untuk meningkatkan performa athletic
  - Pola lalu lintas untuk perencanaan transportasi



The First Camcorder, 1983



mini-DV Camcorder



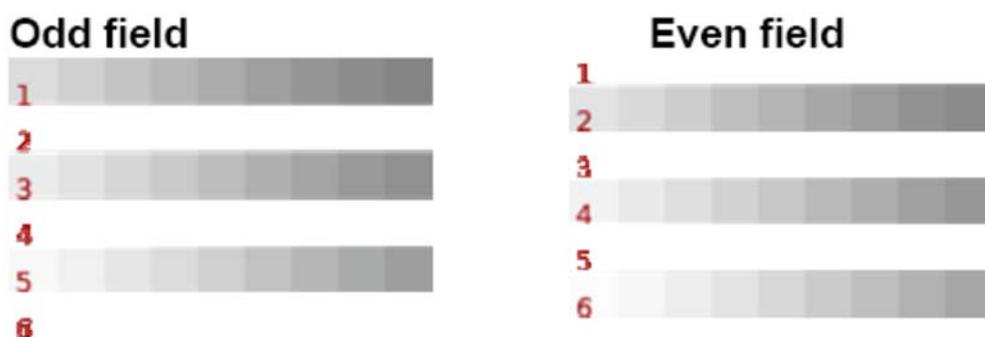
Sony DV Handycam

Camcorder terdiri dari 3 komponen:

- Lensa : untuk mengatur banyak cahaya, zoom, dan kecepatan shutter
- Imager : untuk melakukan konversi cahaya ke sinyal electronic video mini-DV Camcorder Sony DV Handycam
- Recorder: untuk menulis sinyal video ke media penyimpanan (seperti magnetic videotape)

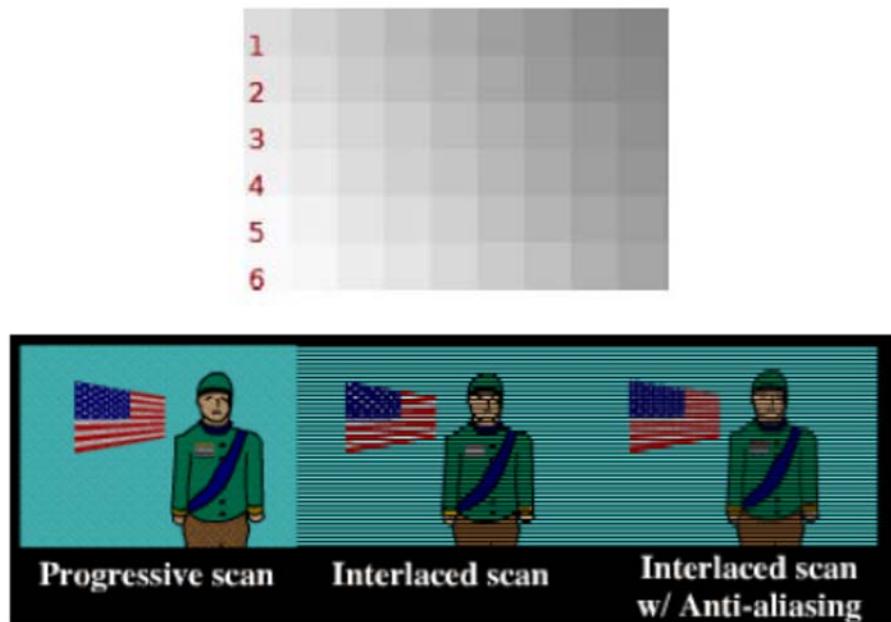
Video kamera menggunakan 2 teknik

- Interlaced adalah metode untuk menampilkan image/gambar dalam rasterscanned display device seperti CRT televisi analog, yang ditampilkan bergantian antara garis ganjil dan genap secara cepat untuk setiap frame.
- Refresh rate yang disarankan untuk metode interlaced adalah antara 50-80Hz.
- Interlace digunakan di sistem televisi analog:
  - PAL (50 fields per second, 625 lines, even field drawn first)
  - SECAM (50 fields per second, 625 lines)
  - NTSC (59.94 fields per second, 525 lines, even field drawn first)



Progressive scan adalah metode untuk menampilkan, menyimpan, dan memancarkan gambar dimana setiap baris untuk setiap frame digambar secara berurutan. Biasa digunakan pada CRT monitor komputer.

## Progresif Scan



### Standard Broadcast Video

1. **NTSC** : North America, South America, Japan

525 interlaced resolution lines

30 frames per second (fps)

2. **PAL (Phase Alternate Line)**

Australia, South Africa, Europe

625 interlaced resolution lines

25 frames per second (fps)

3. **SECAM** : France, Russia

625 interlaced resolution lines

25 frames per second (fps)

4. **HDTV** : Six different formats

Aspect ratio is 16:9

Perbedaan mendasar dari standar video analog diatas:

- Jumlah garis horisontal dalam gambar video (525 atau 625)
- Apakah frame ratenya 30 atau 25 frame per detik
- Jumlah bandwidth yang digunakan.
- Apakah menggunakan sinyal AM atau FM untuk audio videonya.

Monitor Computer	Televisi
NonInterlaced	Interlaced
66.7 fps	25 – 30 fps
Underscan	Overscan
RGB	Luminance & Chrominance

## 7.4. Format File Pada Digital Video

---

- **.MOV** digunakan untuk Quicktime, standard dari Apple. Bisa dimainkan pada Macintosh dan Windows.
- **.AVI** standard pada Microsoft. Bisa dimainkan pada Windows dan Macintosh.
- **.MPEG (.MPG)** bisa dimainkan pada Unix dan Windows. Bisa dimainkan pada Macintosh tetapi akan ada masalah pada Audio Track
- **.RM** file yang digunakan oleh RealNetworks streaming. Bisa dimainkan pada Windows, MacOS, dan Unix computers.
- **.ASF** file di Microsoft streaming format, bisa dimainkan di Windows, MacOS, and Solaris.
- **.WMV** files di Microsoft format used in Microsoft MovieMaker

Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Video

Keuntungan:

- Menambah semangat bagi yang melihat
- Menambah perhatian
- Mengklarifikasi aksi fisikal yang kompleks
- Dapat menggabungkan media lainnya.

Kerugian:

- Sangat mahal untuk diproduksi
- Membutuhkan memori dan penyimpanan tambahan
- Membutuhkan peralatan special
- Tidak secara efektif menggambarkan konsep abstrak dan situasi static

## 7.5. Representasi sinyal video

---

### Representasi Visual

Tujuan utamanya adalah agar orang yang melihat merasa berada di scene (lokasi) atau ikut berpartisipasi dalam kejadian yang ditampilkan. Oleh sebab itu, suatu gambar harus dapat menyampaikan informasi spatial dan temporal dari suatu scene.

#### 1. Vertical Detail dan Viewing Distance

- **Aspek rasio** adalah perbandingan lebar dan tinggi, yaitu **4:3**.
- Tinggi gambar digunakan untuk menentukan jarak pandang dengan menghitung rasio viewing distance (D) dengan tinggi gambar (H) -> D/H.
- Setiap detail image pada video ditampilkan dalam pixel-pixel.

#### 2. Horizontal Detail dan Picture Width

Lebar gambar pada TV konvensional =  $4/3 \times$  tinggi gambar

#### 3. Total Detail Content

Resolusi vertikal = jumlah elemen pada tinggi gambar

Resolusi horizontal = jumlah elemen pada lebar gambar x aspek rasio.

$$\text{Total pixel} = \text{pixel horizontal} \times \text{pixel vertikal}.$$

#### 4. Perception of Depth

Dalam pandangan / penglihatan natural, kedalaman gambar tergantung pada sudut pemisah antara gambar yang diterima oleh kedua mata. Pada layar flat, persepsi kedalaman suatu benda berdasarkan subject benda yang tampak.

#### 5. Warna

Gambar berwarna dihasilkan dengan mencampur 3 warna primer RGB (merah, hijau, biru).

Properti warna pada sistem broadcast:

##### a. LUMINANCE

Brightness = jumlah energi yang menstimulasi mata grayscale (hitam/putih)

Pada televisi warna luminance tidak diperlukan.

$$Y_s = 0.299 R_s + 0.5876 G_s + 0.114 B_s$$

##### b. CHROMINANCE adalah informasi warna.

- Hue (warna) = warna yang ditangkap mata (frekuensi)
- Saturation = color strength (vividness) / intensitas warna.
- Cb = komponen U dan Cr = komponen V pada sistem YUV

$$\mathbf{C}_B = \mathbf{B}_s - \mathbf{Y}_s$$

dan

$$\mathbf{C}_R = \mathbf{R}_s - \mathbf{Y}_s$$

c. Continuity of Motion

Mata manusia melihat gambar sebagai suatu gerakan kontinyu jika gambar-gambar tersebut kecepatannya lebih besar dari 15 frame/det. Untuk video motion biasanya 30 frame/detik, sedangkan movies biasanya 24 frame/detik.

d. Flicker

Untuk menghindari terjadinya flicker diperlukan kecepatan minimal melakukan refresh 50 cycles/s.

## 7.6. Transmisi

Sistem broadcast menggunakan channel yang sama untuk mentransmisikan gambar berwarna maupun hitam putih. Untuk gambar berwarna sinyal video dibagi menjadi 2 sinyal, 1 untuk luminance dan 2 untuk chrominance sehingga sinyal Y, Cb, Cr harus ditransmisikan bersama-sama (composite video signal).

Dalam sistem PAL, digunakan parameter U (Cb) dan V (Cr)

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \text{ (luminance)}$$

$$U = 0.492 (B - Y) \text{ (chrominance)}$$

$$V = 0.877 (R - Y) \text{ (chrominance)}$$

Dalam sistem NTSC, digunakan parameter I, singkatan dari in-phase (Cb) dan Q, singkatan dari quadrature (Cr)

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

$$I = 0.74 (R - Y) - 0.27 (B - Y)$$

$$Q = 0.48 (R - Y) + 0.41 (B - Y)$$

## 7.7. Digitalization

Dalam aplikasi multimedia sinyal video harus diubah ke dalam bentuk digital agar dapat disimpan dalam memory komputer dan dapat dilakukan pengeditan.

- Sampling rate: mencari nilai resolusi horizontal, vertikal, frame rate untuk disample.
- Quantization: melakukan pengubahan sampling sinyal analog ke digital.
- Digitalisasi warna video: semakin banyak warna yang diwakilkan, maka semakin baik resolusi warnanya dan ukuran kapasitasnya juga makin besar.

Dalam sistem TV digital proses digitasi ketiga komponen warna dilakukan sebelum ditransmisikan.

- Proses pengeditan dan operasi lain dapat dilakukan dengan cepat
- Dibutuhkan resolusi yang sama untuk ketiga sinyal

Beberapa jenis VGA untuk video digital:

- CGA (Color Graphics Array):  
Menampung 4 colors dengan resolusi 320 pixels x 200 pixels.
- EGA (Enhanced Graphics Array)  
Menampung 16 colors dengan resolusi 640 pixels x 350 pixels.
- VGA (Video Graphics Array)  
Menampung 256 colors dengan resolusi 640 pixels x 480 pixels.
- XGA (Extended Graphics Array)  
Menampung 65000 colors dengan resolusi 640 x 480  
Menampung 256 colors dengan resolusi 1024 x 768
- SVGA (Super VGA)  
Menampung 16 juta warna dengan resolusi 1024 x 768

#### FORMAT 4:2:2

- Digunakan pada studio TV
- Menggunakan sistem non-interlaced scanning
- Rekomendasi CCIR-601 (Committee for International Radiocommunications)
- Sampling rate : 13.5 MHz
- Resolusi
- Jumlah bit per sample sebesar 8 bit (sesuai dengan 256 interval kuantisasi)

Sistem 525:	$\mathbf{Y} = 720 \times 480$
	$\mathbf{C_b} = \mathbf{C_r} = 360 \times 480$
Sistem 625:	$\mathbf{Y} = 720 \times 576$
	$\mathbf{C_b} = \mathbf{C_r} = 360 \times 576$

#### FORMAT 4:2:0

- Digunakan pada digital video broadcast
- Menggunakan sistem interlaced scanning
- Resolusi

**Sistem 525:**  $\mathbf{Y = 720 \times 480}$

$\mathbf{C_b = C_r = 360 \times 240}$

**Sistem 625:**  $\mathbf{Y = 720 \times 576}$

$\mathbf{C_b = C_r = 360 \times 288}$

Beberapa format video:

1. Digital Video Compressed
  - a. CCIR-601 untuk broadcast tv.
  - b. MPEG-4 untuk video online
  - c. MPEG-2 untuk DVD dan SVCD
  - d. MPEG-1 untuk VCD
2. Analog / Tapes Video
  - a. Betacam: format untuk broadcast dengan kualitas tertinggi.
  - b. DV dan miniDV untuk camcorder
  - c. Digital8 dibuat oleh Sony tahun 1990-an, mampu menyimpan video selama 60-90 menit.

### **ASF (Advanced System Format)**

- Dibuat oleh Microsoft sebagai standar audio/video streaming format
- Bagian dari Windows Media framework
- Format ini tidak menspesifikasikan bagaimana video atau audio harus di encode, tetapi sebagai gantinya menspesifikasikan struktur video/audio stream. Berarti ASF dapat diencode dengan codec apapun.
- Dapat memainkan audio/video dari streaming media server, HTTP server, maupun lokal.
- Beberapa contoh format ASF lain adalah WMA dan WMV dari Microsoft.
- Dapat berisi metadata seperti layaknya ID3 pada MP3
- ASF memiliki MIME “type application/vnd.ms-asf” atau “video/x-ms-asf”.
- Software : Windows Media Player

### **MOV (Quick Time)**

- Dibuat oleh Apple
- Bersifat lintas platform.
- Banyak digunakan untuk transmisi data di Internet.
- Software: QuickTime

- Memiliki beberapa track yang terdiri dari audio, video, images, dan text sehingga masing-masing track dapat terdiri dari file-file yang terpisah.

### **MPEG (Motion Picture Expert Group)**

1. Merupakan file terkompresi lossy.
2. MPEG-1 untuk format VCD dengan audio berformat MP3.
3. MPEG-1 terdiri dari beberapa bagian:
  - a. Synchronization and multiplexing of video and audio.
  - b. Compression codec for non-interlaced video signals.
  - c. Compression codec for perceptual coding of audio signals.
    - MP1 or MPEG-1 Part 3 Layer 1 (MPEG-1 Audio Layer 1)
    - MP2 or MPEG-1 Part 3 Layer 2 (MPEG-1 Audio Layer 2)
    - MP3 or MPEG-1 Part 3 Layer 3 (MPEG-1 Audio Layer 3)
  - d. Procedures for testing conformance.
  - e. Reference software
4. MPEG-1 beresoluasi 352x240.
5. MPEG-1 hanya mensupport progressive scan video.
6. MPEG-2 digunakan untuk broadcast, siaran untuk direct-satellite dan cable tv.
7. MPEG-2 support interlaced format.
8. MPEG-2 digunakan dalam/pada HDTV dan DVD video disc.
9. MPEG-4 digunakan untuk streaming, CD distribution, videophone dan broadcast television.
10. MPEG-4 mendukung digital rights management.

### **DivX**

- Salah satu video codec yang diciptakan oleh DivX Inc.
- Terkenal dengan ukuran filenya yang kecil karena menggunakan MPEG4 Part 2 compression.
- Versi pertamanya yaitu versi 3.11 diberi nama “DivX ;-)"
- DivX bersifat closed source sedangkan untuk versi open sourcenya adalah XviD yang mampu berjalan juga di Linux.

### **Windows Media Video (WMV)**

- Codec milik Microsoft yang berbasis pada MPEG4 part 2
- Software: Windows Media Player, Mplayer, FFmpeg.

- WMV merupakan gabungan dari AVI dan WMA yang terkompres, dapat berekstensi wmv, avi, atau asf.
- Software: QuickTime, Windows Media Player, ZoomPlayer, DivXPro, RealOne Player, Xing Mpeg Player, PowerDVD.

## Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## **MODUL PERKULIAHAN**

# **Sistem Multimedia**

## **Kompresi Audio/Video Bagian 1**

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>08</b>	Kode MK 15027	Disusun Oleh Tim Dosen
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	------------------	---------------------------

### **Abstract**

Modul ini berisi materi tentang digital video, pertimbangan ukuran file, penggunaan video, representasi sinyal video, transmisi, dan digitalization

### **Kompetensi**

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang video dan penggunaannya dalam system multimedia berdasarkan ukuran file

# Kompresi Audio/Video

**Kompresi audio/video** adalah salah satu bentuk kompresi data yang bertujuan untuk mengecilkan ukuran file audio/video dengan metode sebagai berikut :

- Lossy → format : Vorbis, MP3;
- Lossless → format : FLAC; pengguna : audio engineer, audiophiles

Kompresi dilakukan pada saat **pembuatan** file audio/video dan pada saat **distribusi** file audio/video tersebut.

Kendala kompresi audio:

- Perkembangan sound recording yang cepat dan beranekaragam
- Nilai dari audio sample berubah dengan cepat

Lossless audio codec tidak mempunyai masalah dalam kualitas suara, penggunaannya dapat difokuskan pada:

- Kecepatan kompresi dan dekompresi
- Derajat kompresi
- Dukungan hardware dan software

Lossy audio codec penggunaannya difokuskan pada:

- Kualitas audio
- Faktor kompresi
- Kecepatan kompresi dan dekompresi
- Inherent latency of algorithm (penting bagi real-time streaming)
- Dukungan hardware dan software

## 8.1. Metode Kompresi Audio

- Metode Transformasi

Menggunakan algoritma seperti MDCT (Modified Discrete Cosine Transform) untuk mengkonversikan gelombang bunyi ke dalam sinyal digital agar tetap dapat didengar oleh manusia (20 Hz s/d 20kHz), yaitu menjadi frekuensi 2 s/d 4kHz dan 96 dB.

- Metode Waktu

Menggunakan LPC (Linier Predictive Coding) yaitu digunakan untuk speech (pidato), dimana LPC akan menyesuaikan sinyal data pada suara manusia, kemudian

mengirimkannya ke pendengar. Jadi seperti layaknya komputer yang berbicara dengan bahasa manusia dengan kecepatan 2,4 kbps

### Teknik kompresi audio dengan format MPEG (Moving Picture Expert Group)

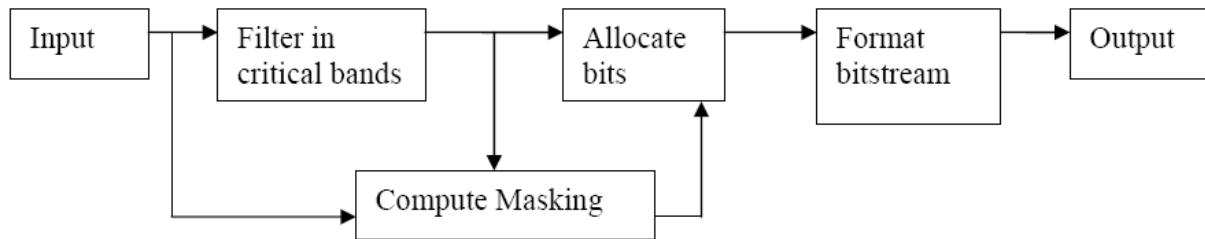
1. MPEG-1 menggunakan bandwidth 1,5 Mbits/sec untuk audio dan video, dimana 1,2 Mbits/sec digunakan untuk video sedangkan 0,3 Mbits/sec digunakan untuk audio. Nilai 0,3 Mbits/sec ini lebih kecil dibandingkan dengan bandwidth yang dibutuhkan oleh CD Audio yang tidak terkompres sebesar  $44100 \text{ samples/sec} \times 16 \text{ bits/sample} * 2 \text{ channel} > 1,4 \text{ Mbits/sec}$  yang hanya terdiri dari suara saja.
2. Untuk ratio kompresi 6:1 untuk 16 bit stereo dengan frekuensi 48kHz dan bitrate 256 kbps CBR akan menghasilkan ukuran file terkompresi kira-kira 12.763 KB, sedangkan ukuran file tidak terkompresinya adalah 75.576 KB
3. MPEG-1 audio mendukung frekuensi dari 8kHz, 11kHz, 12kHz, 16kHz, 22kHz, 24 kHz, 32 kHz, 44kHz, dan 48 kHz. Juga mampu bekerja pada mode mono (single audio channel), dual audio channel, stereo, dan joint-stereo

### Algoritma MPEG Audio

- Menggunakan filter untuk membagi sinyal audio: misalnya pada 48 kHz, suara dibagi menjadi 32 subband frekuensi.
  - Memberikan pembatas pada masing-masing frekuensi yang telah dibagi-bagi, jika tidak akan terjadi intermodulasi (tabrakan frekuensi)
  - Jika sinyal suara terlalu rendah, maka tidak dilakukan encode pada sinyal suara tersebut
- Diberikan bit parity yang digunakan untuk mengecek apakah data tersebut rusak atau tidak (yang mungkin disebabkan oleh gangguan /noise), apabila rusak, maka bit tersebut akan digantikan bit yang jenisnya sama dengan bit terdekatnya.

### Kompresi Audio MP3

1. Asal-usul MP3 dimulai dari penelitian IIS-FHG (Institut Integrierte Schaltung-Fraunhofer Gesellschaft), sebuah lembaga penelitian terapan di Munich, Jerman dalam penelitian coding audio perceptual.



Gambar 8.1. Diagram alur kompresi

2. Penelitian tersebut menghasilkan suatu algoritma yang menjadi standard sebagai ISO-MPEG Audio Layer-3 (MP3).

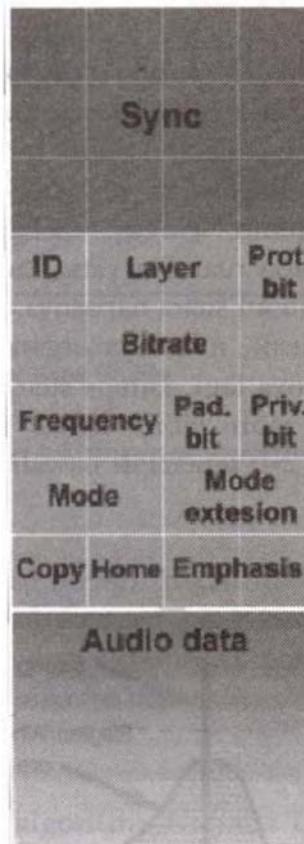
File MP3 terdiri atas 2 bagian data:

- **Header** : berfungsi sebagai tanda pengenal bagi file MP3 agar dapat dibaca oleh MP3 player yang berukuran 4 byte. Beberapa karakteristik yang dibaca komputer adalah bit ID, bit layer, bit sampling frequency dan bit mode.
- **Data audio** : berisi data file mp3.

Tabel 8.1. Kemampuan kompresi MPEG Layer 3 dengan kualitas suara yang dihasilkan

sound quality	bandwith	mode	bitrate	reduction ratio
telephone sound	2.5 kHz	mono	8 kbps	96 : 1
better than shortwave	4.5 kHz	mono	16 kbps	48 : 1
better than AM radio	7.5 kHz	mono	32 kbps	24 : 1
similar to FM radio	11 kHz	stereo	56..54 kbps	26..24 : 1
near CD	15 kHz	stereo	96 kbps	16 : 1
CD	>15kHz	stereo	112..128 kbps	14..12 : 1





Frame MP3

Bit value	Layer
00	not defined
01	layer 3
10	layer 2
11	layer 1

Isi bit layer

mode value	mode
00	stereo
01	joint stereo
10	dual channel
11	mono

Isi bit mode

frequency value	MPEG-1	MPEG-2
00	44100 Hz	22050 Hz
01	48000 Hz	24000 Hz
10	32000 Hz	16000 Hz
11		

Isi bit frequency sampling

## 8.2. Teknik kompresi MP3

---

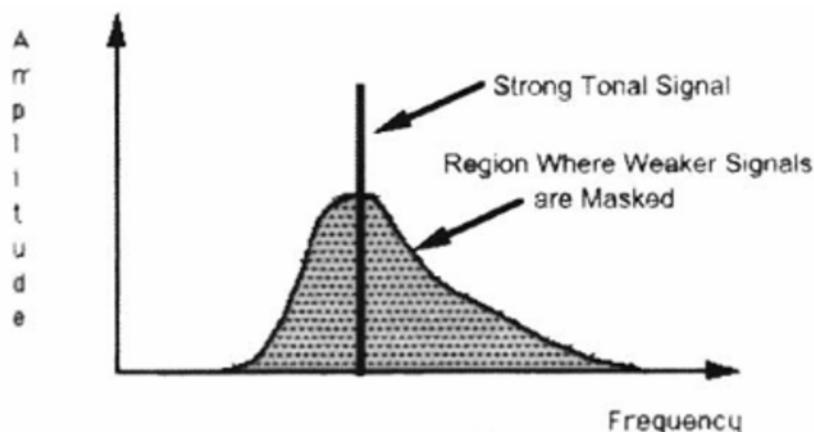
Beberapa karakteristik dari MP3 memanfaatkan kelemahan pendengaran manusia.

### 1. Model psikoakustik

- a. Model psikoakustik adalah model yang menggambarkan karakteristik pendengaran manusia.
- b. Salah satu karakteristik pendengaran manusia adalah memiliki batas frekuensi 20 Hz s/d 20 kHz, dimana suara yang memiliki frekuensi yang berada di bawah ambang batas ini tidak dapat didengar oleh manusia, sehingga suara seperti itu tidak perlu dikodekan.

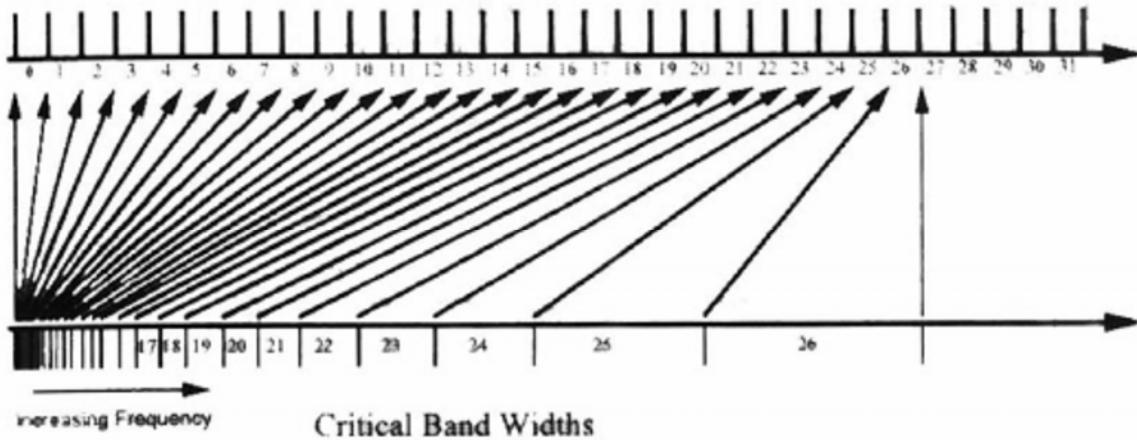
### 2. Auditory masking

Manusia tidak mampu mendengarkan suara pada frekuensi tertentu dengan amplitudo tertentu jika pada frekuensi di dekatnya terdapat suara dengan amplitudo yang jauh lebih tinggi.



### 3. Critical band

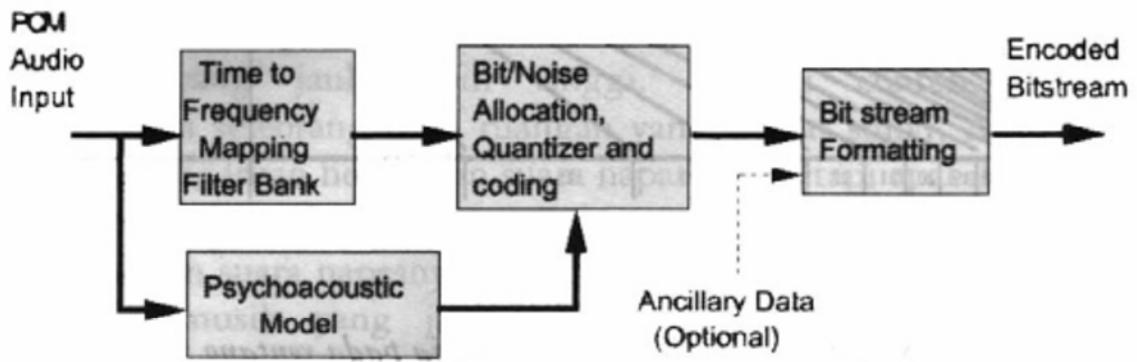
Critical band merupakan daerah frekuensi tertentu dimana pendengaran manusia lebih peka pada frekuensi-frekuensi rendah, sehingga alokasi bit dan alokasi sub-band pada filter critical band lebih banyak dibandingkan frekuensi lebih tinggi.



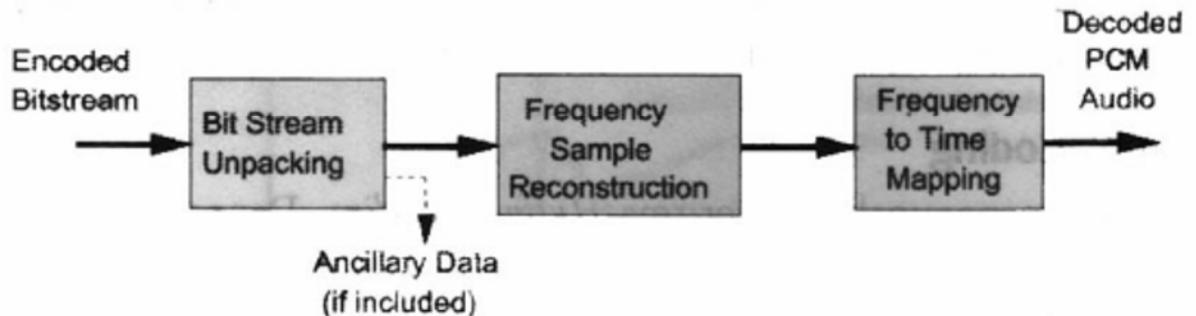
#### 4. Joint stereo

Terkadang dual channel stereo mengirimkan informasi yang sama. Dengan menggunakan joint stereo, informasi yang sama ini cukup ditempatkan dalam salah satu channel saja dan ditambah dengan informasi tertentu. Dengan teknik ini bitrate dapat diperkecil.

5. **Filter Bank** adalah kumpulan filter yang berfungsi memfilter masukan pada frekuensi tertentu, sesuai dengan critical band yang telah didefinisikan. Filter yang dipakai adalah gabungan dari filter bank polyphase dan Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)
6. **Perceptual Model**, dapat menggunakan filter bank terpisah atau penggabungan antara perhitungan nilai energi dan filter bank utama. Keluaran model ini adalah nilai masking treshold. Apabila noise berada dibawah masking treshold, maka hasil kompresi tidak akan dapat dibedakan dari sinyal aslinya.
7. **Quantization/Coding**, merupakan proses kuantisasi setelah sinyal disampling. Proses ini dilakukan oleh power-law quantizer, yang memiliki sifat mengkodekan amplitudo besar dengan ketepatan rendah, dan dimasukkannya proses noise shaping. Setelah itu nilai yang telah dikuantisasi dikodekan menggunakan Huffman Coding.
8. **Encoding Bitstream**, merupakan tahap terakhir dimana bit-bit hasil pengkodean sampling sinyal disusun menjadi sebuah bitstream.



MPEG/Audio encoder



MPEG/Audio decoder

Beberapa persyaratan dari suatu encoder/decoder MP3:

- Ukuran file terkompresi harus sekecil mungkin
- Kualitas suara file yang telah terkompresi haruslah sedekat mungkin dengan file asli yang belum dikompresi
- Tingkat kesulitan rendah, sehingga dapat direalisasikan dengan aplikasi yang mudah dibuat dan perangkat keras yang ‘sederhana’ dengan konsumsi daya yang rendah.

## Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.





## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Kompresi Audio/Video Bagian 2

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>09</b>	Kode MK 15027	Disusun Oleh Tim Dosen
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	------------------	---------------------------

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang kompresi video, beberapa teknik video, perbandingan MPEG dan advance audio coding

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang kompresi video dan tekniknya

# Kompresi Audio/Video (Bagian 2)

## 9.1. Kompresi Video

---

Video memiliki 3 dimensi:

- 2 dimensi spatial (horisontal dan vertikal),
- 1 dimensi waktu.

Di dalam video terdapat 2 hal yang dapat dikompresi yaitu frame (still image) dan audionya.

Data video memiliki:

- Redundancy spatial (warna dalam still image)
- Redundancy temporal (perubahan antar frame)

Penghilangan redundancy spatial (**spatial / intraframe compression**) dilakukan dengan mengambil keuntungan dari fakta bahwa mata manusia tidak terlalu dapat membedakan warna dibandingkan dengan brightness, sehingga image dalam video bisa dikompresi (teknik ini sama dengan teknik kompresi lossy **color reduction** pada image)

Penghilangan redundancy temporal (**temporal / interframe compression**) dilakukan dengan mengirimkan dan mengenkode frame yang berubah saja sedangkan data yang sama masih disimpan.

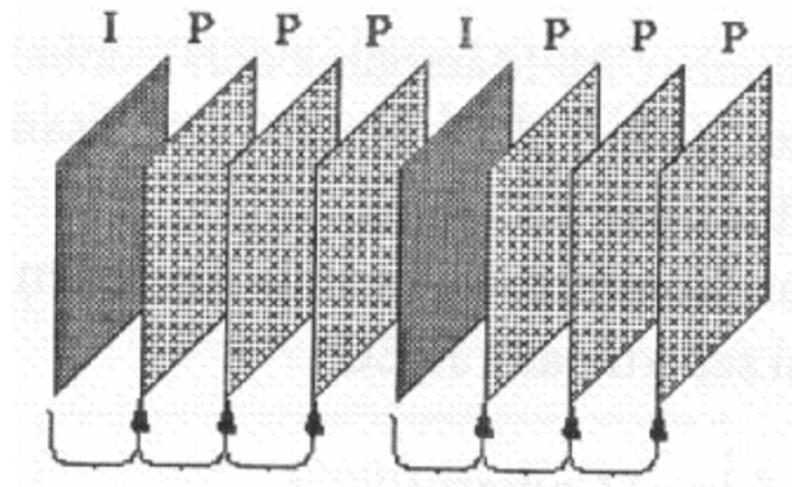
## 9.2. Beberapa Teknik Video Coding

---

### 1. H.261 dan H.263

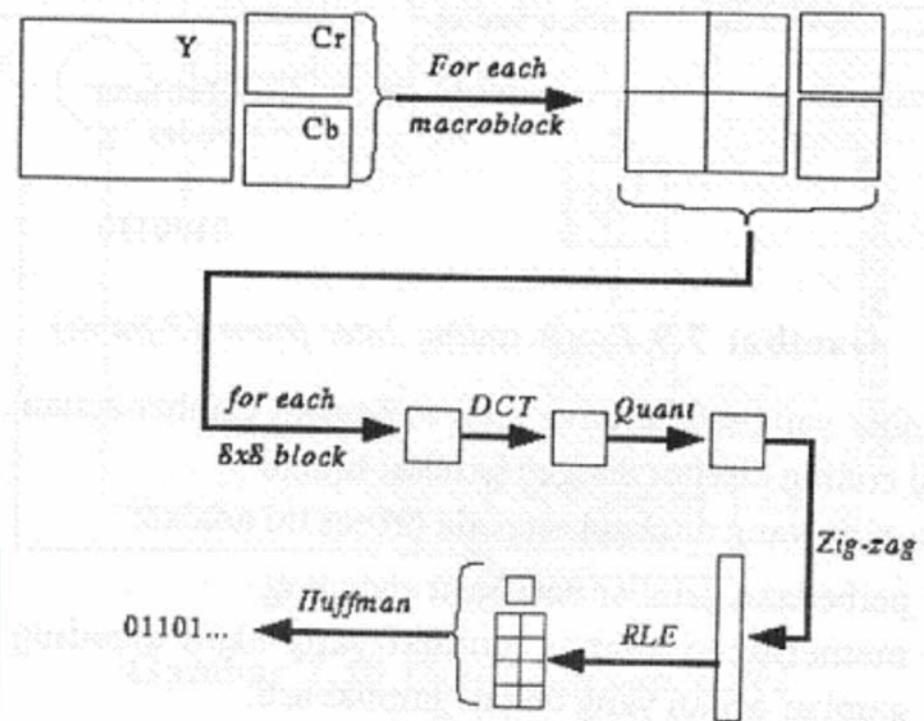
- Merupakan standar video coding yang dibuat oleh CCITT (Consultative Committee for International Telephone and Telegraph) pada tahun 1988-1990
- Dirancang untuk video conferencing, aplikasi video telepon menggunakan jaringan telepon ISDN
- Kecepatan bitrate antara  $p \times 64$  Kbps. Dimana  $p$  adalah frame rate (antara 1 sampai 30)
- Susunan frame H.261 berurutan dimana tiap-tiap 3 buah frame (I) dibatasi dengan 1 buah inter-frame (P)
- Tipe frame gambar yang didukung adalah CCIR 601 CIF (352 x 288) dan QCIF (176 x 144) dengan chroma sub sampling 4:2:0

- Mempunyai 2 tipe frame yaitu: Intra-frame (I-frame) dan Interframe (P-frame)
  - I – frame digunakan untuk mengakses banyak pixel
  - P – frame digunakan sebagai “pseudo-differences“ dari frame yang sebelumnya ke frame sesudahnya, dimana antar frame terhubung satu sama lain.



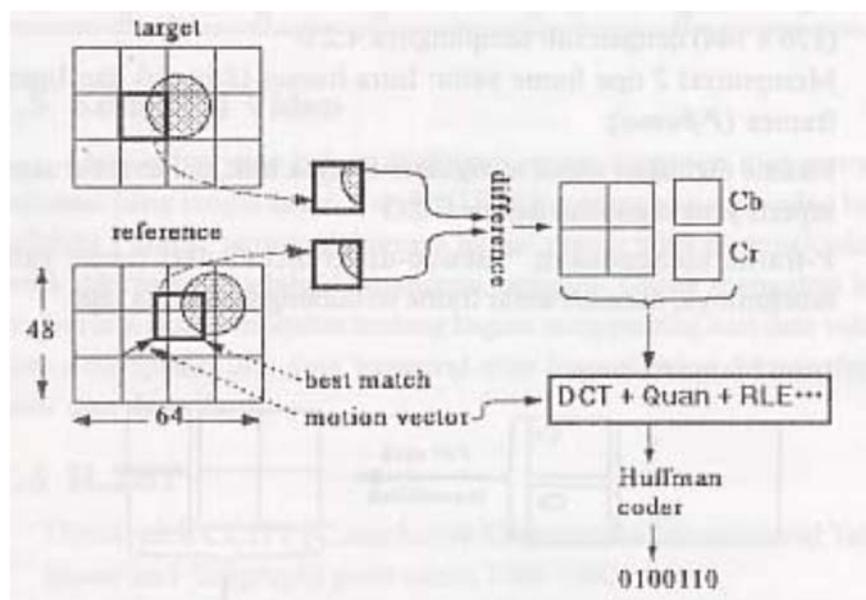
### Intraframe coding

Makroblok yang digunakan pada gambar asli adalah  $16 \times 16$  pixel perblok, dimana Y menggunakan 4 blok, U (Cr) menggunakan 1 blok, dan V (Cb) menggunakan 1 blok.

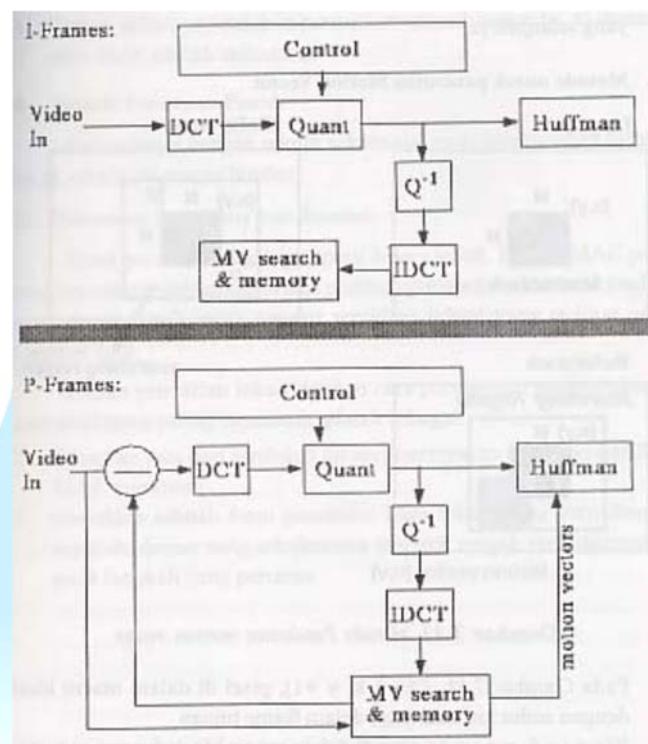


## Interframe coding

Gambar sebelumnya dijadikan gambar acuan yang akan dibuat gambar hasilnya, dengan menggunakan RMSE untuk mencari tingkat error yang paling kecil.



## Encoder H.261



- Control berfungsi untuk mengatur kecepatan bit rate, jika buffer pengirim penuh, maka bit rate akan dikurangi
- Memory digunakan sebagai tempat penyimpanan blok gambar yang telah direkonstruksi untuk penciptaan gambar pada P-frame selanjutnya.

Kemudian dikembangkan H.263 untuk encoding video pada bit rate rendah

Tabel 9.1. Perbandingan format video

Video Format	Ukuran Resolusi Gambar	Mendukung H.261	Mendukung H.263	Bit rate (Mbit/s) (jika tidak dikompresi, 30 fps)		Max bit per picture (BPP max, Kb)
				B/W	Berwarna	
SQCIF	128 x 96	N/A	Disarankan	3.0	4.4	64
QCIF	176 x 44	disarankan	Disarankan	6.1	9.1	64
CIF	352 x 288	Optional	Optional	24.3	36.5	256
4CIF	704 x 576	N/A	Optional	97.3	146.0	512
16CIF	1048 x 1152	N/A	Optional	389.3	583.9	1024

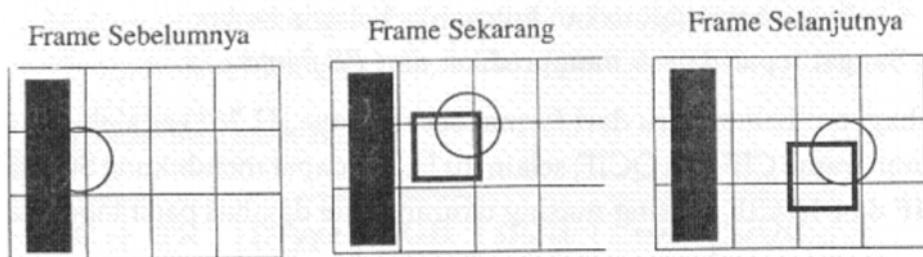
### 9.3. MPEG audio-video

- Moving Picture Expert Group dirancang pada tahun 1998 untuk standar audio video transmission
- MPEG-1 bertujuan membuat kualitas VHS pada VCD dengan ukuran 352 x 240 ditambah kualitas audio seperti CD Audio dengan kebutuhan bandwidth hanya 1,5 Mbits/sec

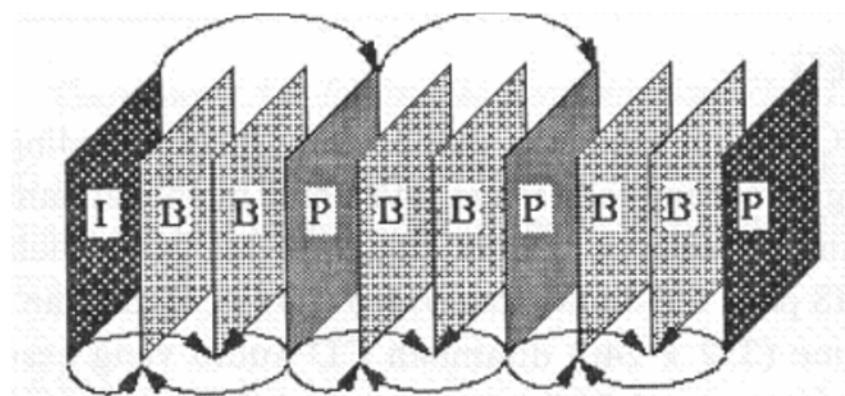
Komponen penting adalah:

- Audio
- Video
- Sistem pengontrol stream video

Permasalahan pada frame makroblok

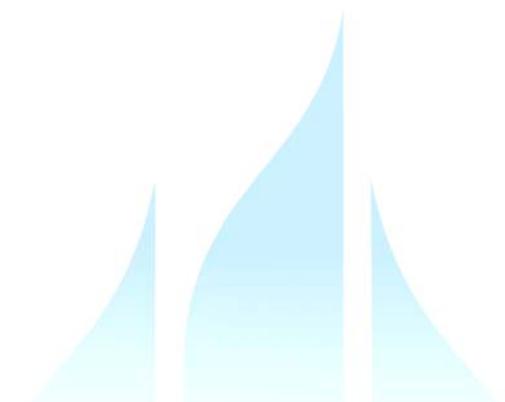


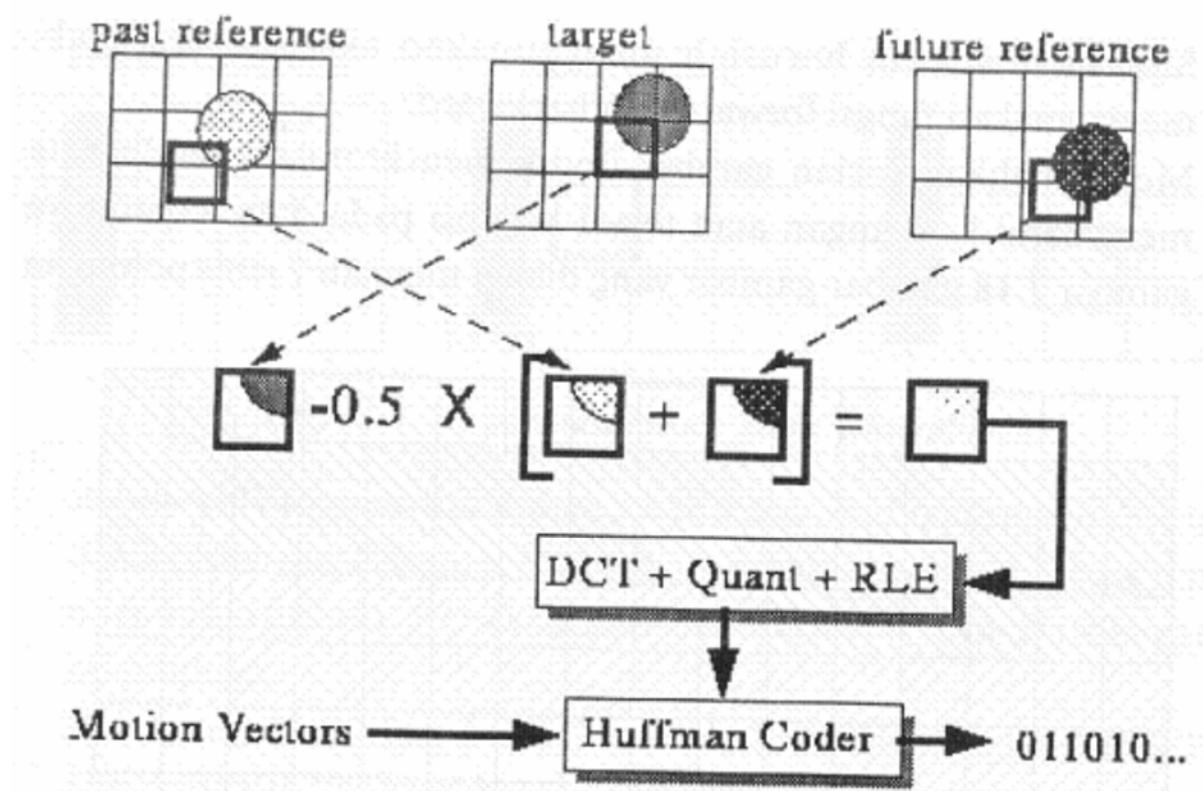
- MPEG menambahkan frame dalam makroblok seperti pada H.261/H.263 yang bernama B-frame (bidirectional frame) sehingga strukturnya adalah:



Perbedaan dengan H.261 :

- Mempunyai jarak yang lebih lebar dibandingkan antara frame I dan frame P sehingga diperlukan perluasan pada vector motion yang digunakan
- Vektor motion harus berukuran  $\frac{1}{2} \times$  pixel yang ada





## MPEG-2

Merupakan standar pada TV Digital yang dikhususkan untuk HDTV dan DVD

Perbedaan dengan MPEG-1:

Dapat melakukan prediksi isi data dan prediksi frame

Ukuran frame bisa lebih dari 16383 x 16383

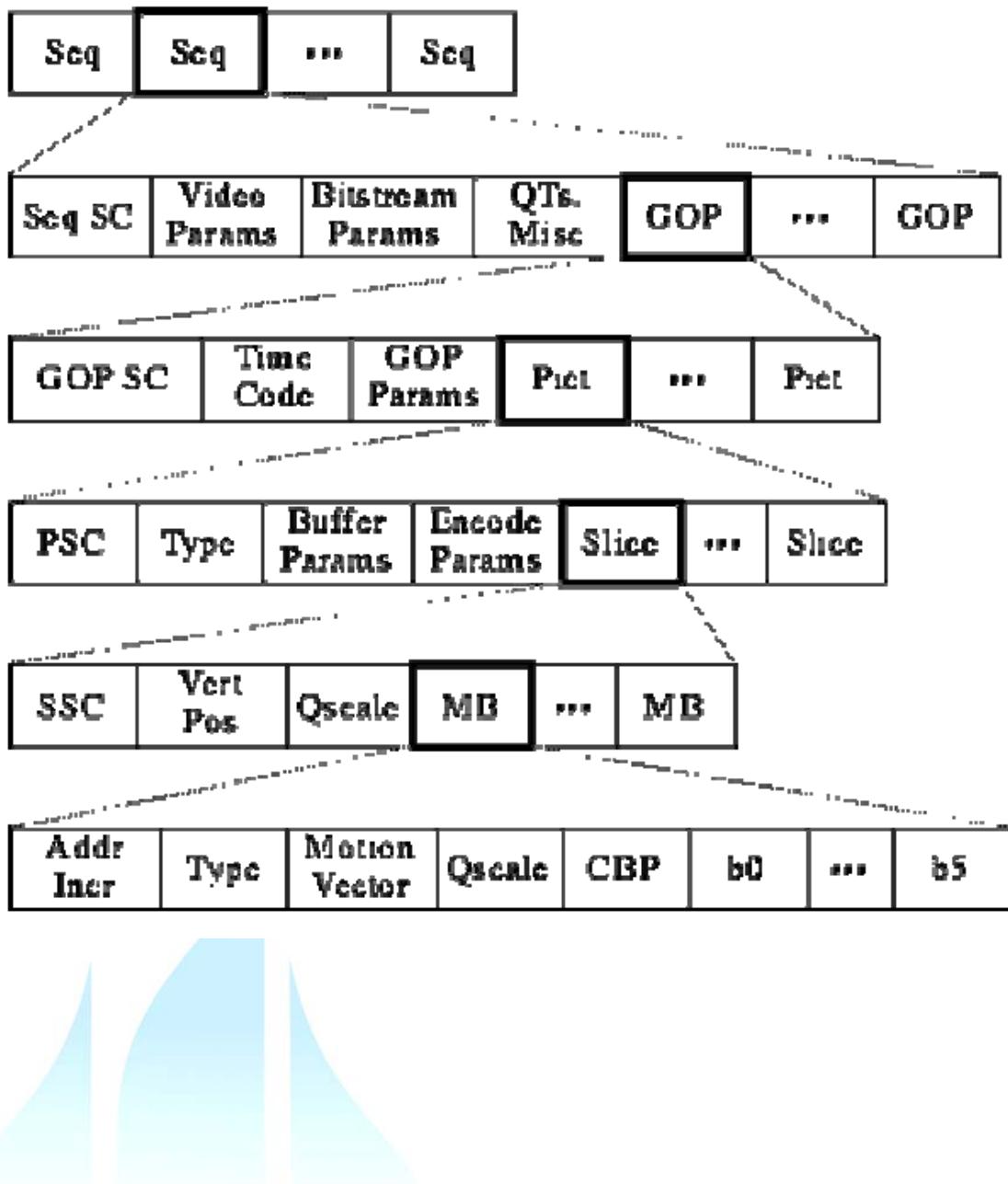
Tabel 9.2. Tingkatan pada MPEG-2

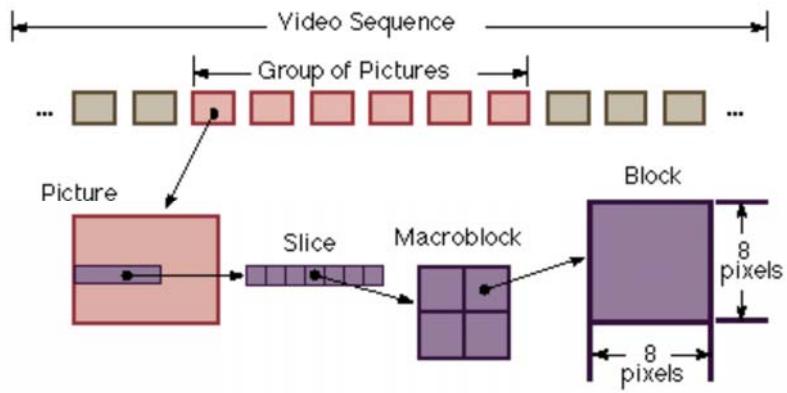
Level Aplikasi	Resolusi Maksimum	Maks Frame Rate (fps)	Maksimum pixel/sec	Maksimum code Data Rate (Mb/s)	Pengguna
Tape kecepatan rendah	352 x 288	30	3 M	4	Konsumen
Utama	720 x 576	30	10 M	15	TV Studio
Tinggi 1440 HDTV	1440 x 1552	30	47 M	60	Konsumen
Produksi yang tinggi	1920 x 1152	30	63 M	80	Film

Bagian:

- Part 1** - Systems specifies the system coding layer of the MPEG-2
- Part 2** - Video specifies the coded representation of videodata and the decoding process required to reconstruct pictures
- Part 3** - Audio specifies the coded representation of audio data
- Part 4** - Conformance test

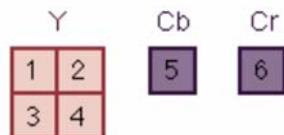
Video Stream Data Hierarchy:





Bagian :

- Video Sequence → diawali dengan sequence header, berisi satu group gambar atau lebih, diakhiri dengan kode end-ofsequence
- GOP (Group of Pictures) → sebuah header dan rangkaian satu gambar atau lebih
- Picture → primary coding unit dari video sequence.
- Merepresentasikan nilai luminance (Y) dan 2 chrominance (Cb dan Cr)
- Slice → satu atau lebih macroblock. Urutannya dari kiri kanan, atas-bawah. Penting untuk error handling. Bila terjadi error maka akan di-skip ke slice berikutnya.
- Macroblock → basic coding unit pada algoritma MPEG. 16x16 pixel segment dalam sebuah frame. Macroblock terdiri dari 4 luminance, 1 Cr, dan 1 Cb.



- Block coding unit terkecil pada algoritma MPEG. 8x8 pixel, dapat berupa salah satu dari luminance rec chrominance, atau blue chrominance.

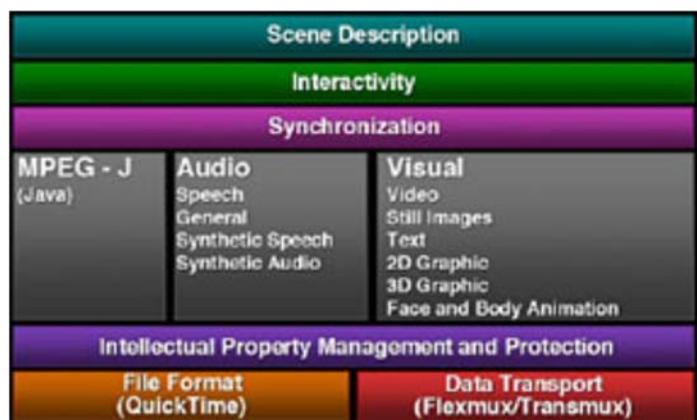
## MPEG-4

- Versi 1 dipublikasikan Oktober 1998 sedangkan versi 2 dipublikasikan Desember 1999

- Untuk komunikasi bitrate yang sangat rendah (4,8 sampai 64 Kb/sec): video dengan bit rate 5 Kb/s s/d 10 Mb/s dan audio dengan bit rate 2 Kb/s s/d 64 Kb/s
- Sangat baik untuk audio/video dalam jaringan (streaming)
- Mendukung digital rights management
- Audio dan video adalah basis dasar dari MPEG-4, di samping itu MPEG-4 dapat mendukung objek 3D, sprites, text dan tipe media lainnya
- Player : QuickTime (free QuickTime play back, QuickTime Pro → author → MPEG-4 content, QuickTime Streaming Server → stream .mp4 files, Darwin Streaming Server → stream mp4 files, QuickTime Broadcaster → produce live events, making QuickTime workflow)
- Internet Streaming Media Alliance (ISMA) : Apple, Cisco, IBM, Kasenna, Philips, Sun Microsystems, AOL Time Warner, Dolby Laboratories, Hitachi, HP, Fujitsu, dan 20 perusahaan lainnya → dukungan untuk MPEG-4

Kategori :

- MPEG-4 Part 2 (simple profile)
- MPEG-4 Part 10 / H.264 (high quality, low data rates, small file size, video conference with 3G, kualitas setara MPEG-2, data rate 1/3 sampai ½ MPEG-2, resolusi sampai 4 kali MPEG-4 part 2)



## 9.4. Perbandingan MPEG

### MPEG-1

- Approved November 1991

- VHS-quality
- Enabled Video CD
- Enabled CD- ROM
- Medium Bandwidth (up to 1.5Mbits/sec)
  - 25Mbits/sec video 352 x 240 x 30Hz
  - 250Kbits/sec audio (two channels)
- Non-interlaced video

## MPEG-2

- Approved November 1994
- DVD-quality
- Enabled Digital TV set-top boxes
- Enabled Digital Versatile Disk (DVD)
- Higher Bandwidth (up to 40Mbits/sec)
- Up to 5 audio channels (i.e. surround sound)
- Wider range of frame sizes (including HDTV)
- Can deal with interlaced video

## MPEG-3

- MPEG-3 was for HDTV application with dimensions up to 1920 x 1080 x 30Hz, however, it was discovered that the MPEG-2 and MPEG-2 syntax worked very well for HDTV rate video. Now HDTV is a part of MPEG-2 High-1440 Level and High Level toolkit.

## MPEG-4

- Approved October 1998
- Scalable quality
- Based on QuickTime File Format
- Scalable delivery - from cell phones to satellite television.
- Very Low Bandwidth (64Kbits/sec)
- 176 x 144 x 10Hz
- Optimized for videophones

## 9.5. AAC (Advanced Audio Coding)

---

- Dasar dasri MPEG-4, 3GPP, dan 3GPP2
- Pilihan untuk audio codec internet, wireless, dan digital broadcast
- Mendukung audio encoding dengan kompresi lebih efisien dibandingkan MP3, dan mempunyai kualitas hampir setara CD Audio
- Dikembangkan oleh Dolby, Fraunhofer, AT&T, Sony dan Nokia
- Audio codec : QuickTime, iTunes, iPod
- Kelebihan:
  1. Peningkatan kompresi dengan kualitas lebih baik dan ukuran file lebih kecil
  2. Mendukung multichannel audio, mendukung sampai 48 full frequency channel
  3. High resolution audio, sampling rate sampai 96 kHz
  4. Peningkatan efisiensi proses decoding, pengurangan processing power untuk decoding

## Daftar Pustaka

- [1]. Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2]. Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3]. Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Kompresi Citra (1)

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	10	15027	Tim Dosen

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang teknik kompresi citra, hal-hal penting dalam kompresi citra, pengukuran error, algoritma kompresi, metode kompresi, dan teknik kompresi GIF

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang kompresi citra dan prinsip kerjanya.

# Kompresi Citra

Kompresi Citra adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien.

## 10.1. Teknik Kompresi Citra

Teknik kompresi pada citra tetap sama:

### 1. Lossy Compression:

- Ukuran file citra menjadi lebih kecil dengan menghilangkan beberapa informasi dalam citra asli.
- Teknik ini mengubah detail dan warna pada file citra menjadi lebih sederhana tanpa terlihat perbedaan yang mencolok dalam pandangan manusia, sehingga ukurannya menjadi lebih kecil.
- Biasanya digunakan pada citra foto atau image lain yang tidak terlalu memerlukan detail citra, dimana kehilangan bit rate foto tidak berpengaruh pada citra.
- Beberapa teknik lossless:
  - a. **Color reduction**: untuk warna-warna tertentu yang mayoritas dimana informasi warna disimpan dalam color palette.
  - b. **Chroma subsampling**: teknik yang memanfaatkan fakta bahwa mata manusia merasa brightness (luminance) lebih berpengaruh daripada warna (chrominance) itu sendiri maka dilakukan pengurangan resolusi warna dengan disampling ulang. Biasanya digunakan pada sinyal YUV.
  - c. Chroma Subsampling terdiri dari 3 komponen: Y (luminance) : U (CBlue) : V (CRed)



Gambar 10.1. Chroma Sub sampling YUC

- **Transform coding:** menggunakan Fourier Transform seperti DCT.
  - a. Fractal Compression: adalah suatu metode lossy untuk mengkompresi citra dengan menggunakan kurva fractal. Sangat cocok untuk citra natural seperti pepohonan, pakis, pegunungan, dan awan.
  - b. Fractal Compression bersandar pada fakta bahwa dalam sebuah image, terdapat bagian-bagian image yang menyerupai bagian-bagian image yang lain.
  - c. Proses kompresi Fractal lebih lambat daripada JPEG sedangkan proses dekompresinya sama.
- 2. Loseless Compression:
  - Teknik kompresi citra dimana tidak ada satupun informasi citra yang dihilangkan.
  - Biasa digunakan pada citra medis.
  - Metode loseless: Run Length Encoding, Entropy Encoding (Huffman, Aritmatik), dan Adaptive Dictionary Based (LZW)

## 10.2. Hal-Hal Penting Dalam Kompresi Citra

---

1. Scalability/Progressive Coding/Embedded Bitstream
  - Kualitas dari hasil proses pengkompresian citra karena manipulasi bitstream tanpa adanya dekompresi atau rekompresi.
  - Biasanya dikenal pada loseless codec.
  - Contohnya pada saat preview image sementara image tersebut didownload. Semakin baik scalability, makin bagus preview image.
  - Tipe scalability:
    - a. **Quality progressive:** dimana image dikompres secara perlahan-lahan dengan penurunan kualitasnya
    - b. **Resolution progressive:** dimana image dikompresi dengan mengenkode resolusi image yang lebih rendah terlebih dahulu baru kemudian ke resolusi yang lebih tinggi.
    - c. **Component progressive:** dimana image dikompresi berdasarkan komponennya, pertama mengenkode komponen gray baru kemudian komponen warnanya.
2. **Region of Interest Coding:** daerah-daerah tertentu dienkode dengan kualitas yang lebih tinggi daripada yang lain.
3. **Meta Information:** image yang dikompres juga dapat memiliki meta information seperti statistik warna, tekstur, small preview image, dan author atau copyright information.

### 10.3. Pengukuran Error Kompresi Citra

---

Dalam kompresi image terdapat suatu standar pengukuran error (galat) kompresi:

- MSE (**Mean Square Error**), yaitu sigma dari jumlah error antara citra hasil kompresi dan citra asli.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x,y) - I'(x,y)]^2$$

Dimana :

$I(x,y)$  adalah nilai pixel di citra asli

$I'(x,y)$  adalah nilai pixel pada citra hasil kompresi

M,N adalah dimensi image

- Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), yaitu untuk menghitung peak error.

$$PSNR = 20 * \log_{10} (255 / \sqrt{MSE})$$

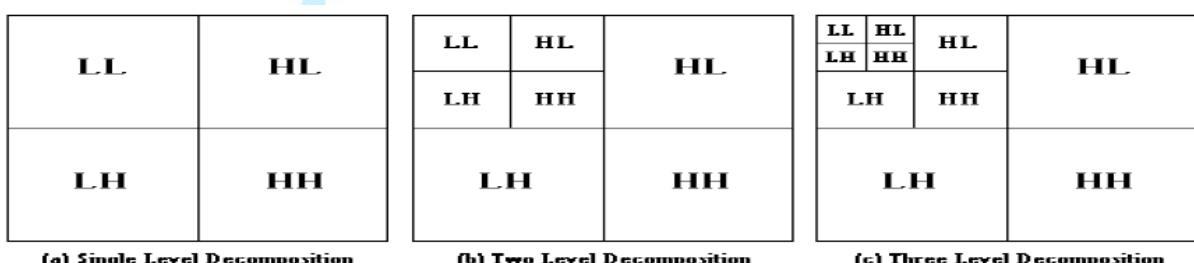
Nilai MSE yang rendah akan lebih baik, sedangkan nilai PSNR yang tinggi akan lebih baik.

### 10.4. Algoritma Kompresi/Dekompresi Citra

---

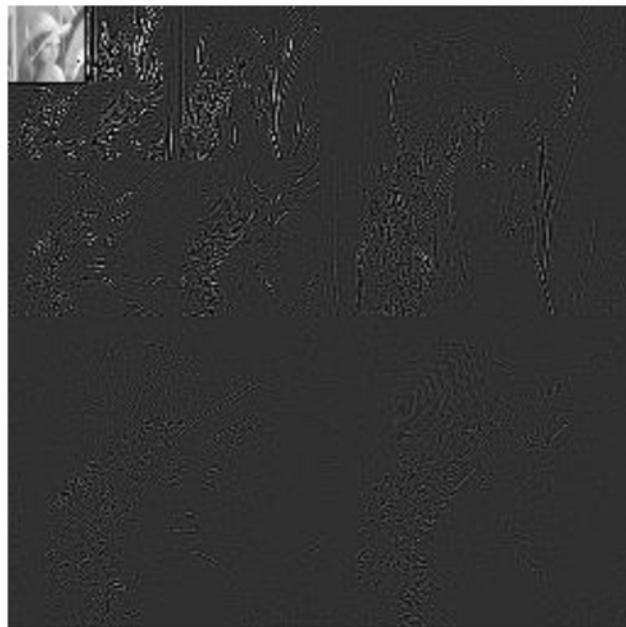
Algoritma umum untuk kompresi image adalah:

1. Menentukan bitrate dan toleransi distorsi image dari inputan user.
2. Pembagian data image ke dalam bagian-bagian tertentu sesuai dengan tingkat kepentingan yang ada (**classifying**). Dengan menggunakan salah satu teknik: DWT (Discrete Wavelet Transform) yang akan mencari frekuensi nilai pixel masing-masing, menggabungkannya menjadi satu dan mengelompokkannya sebagai berikut:



Dimana :

- LL : Low Low Frequency (most importance)
- HL : High Low Frequency (lesser importance)
- LH : Low High Frequency (more lesser importance)
- HH : High High Frequency (most less importance)



Gambar 10.2. Hasil dekomposisi 3 level decomposition

3. Pembagian bit-bit di dalam masing-masing bagian yang ada (**bit allocation**).
4. Lakukan kuantisasi (**quantization**).
  - Kuantisasi Scalar : data-data dikuantisasi sendiri-sendiri
  - Kuantisasi Vector : data-data dikuantisasi sebagai suatu himpunan nilai-nilai vektor yang diperlakukan sebagai suatu kesatuan.
5. Lakukan pengenkodingan untuk masing-masing bagian yang sudah dikuantisasi tadi dengan menggunakan teknik entropy coding (Huffman dan aritmatik) dan menuliskannya ke dalam file hasil.

Sedangkan algoritma umum dekompresi image adalah:

1. Baca data hasil kompresi menggunakan entropy dekoder.

2. Dekuantisasi data.
3. Rebuild image.

## 10.5. Beberapa Metode Kompresi Citra

---

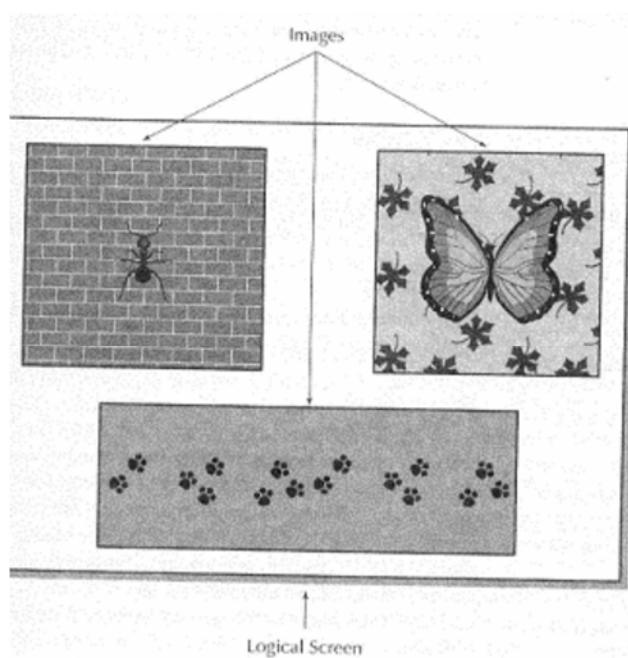
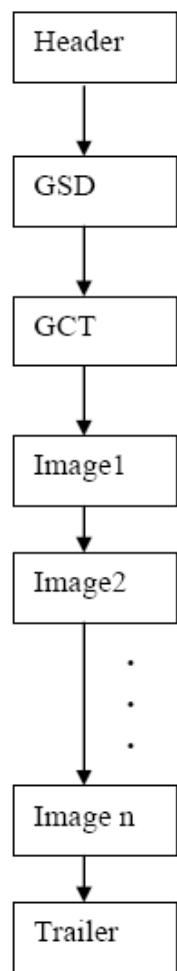
Algoritma	BMP	GIF	PNG	JPEG
RLE	X			X
LZ		X	X	
Huffman			X	X
DCT				X

## 10.6. Teknik Kompresi GIF

---

- GIF (Graphic Interchange Format) dibuat oleh Compuserve pada tahun 1987 untuk menyimpan berbagai file bitmap menjadi file lain yang mudah diubah dan ditransmisikan pada jaringan komputer.
- GIF merupakan format citra web yang tertua yang mendukung kedalaman warna sampai 8 bit (256 warna), menggunakan 4 langkah interlacing, mendukung transparency, dan mampu menyimpan banyak image dalam 1 file.
- Byte ordering: LSB – MSB
  - a. Struktur file GIF:
  - b. Header: menyimpan informasi identitas file GIF (3 bytes, harus string “GIF”) dan versinya (3 bytes, harus string “87a” or “89b”)
  - c. Global Screen Descriptor: mendefinisikan logical screen area dimana masing-masing file GIF ditampilkan.
  - d. Global Color Table: masing-masing image dalam GIF dapat menggunakan global color table atau tabel warnanya sendiri-sendiri.
  - e. Penggunaan GCT akan memperkecil ukuran file GIF.
  - f. Image1, Image2, Image3, ... Image-n: dimana masing-masing image memiliki struktur blok sendiri-sendiri dan terminator antar file.
  - g. Trailer: Akhir dari sebuah file GIF

- i. Kompresi GIF menggunakan teknik LZW: gambar GIF yang berpola horizontal dan memiliki perubahan warna yang sedikit, serta tidak bernoise akan menghasilkan hasil kompresan yang baik.



```

Global String DICTIONARY [0..511]
Global NEXTCODE = 256

Procedure Initialize
Begin
  For I = 0 To NEXTCODE - 1 Do
    DICTIONARY [I] = CHARACTER (I)
  End

Function SearchDictionary (String SEARCH)
Begin
  For I = 0 To NEXTCODE - 1 Do
    Begin
      If DICTIONARY [I] = SEARCH Then
        Return I
      End
    Return -1
  End

Procedure Compress (String DATA)
Begin
  Initialize
  LASTSTRING = NULL
  For I = 1 To Length (DATA) Do
    Begin
      CurrentString = LASTSTRING + DATA [I]
      CODE = SearchDictionary (CURRENTSTRING)
      If CODE < 0 Then
        Begin
          // We now have a string with no match in the
          // dictionary. Output the code for the longest
          // string with a match.
          CODE = SearchDictionary (LASTSTRING)
          Output (CODE)
          // Add the nonmatching string to the dictionary.
          DICTIONARY [NEXTCODE] = CURRENTSTRING
          NEXTCODE = NEXTCODE + 1
          // Start a new string, beginning at the point
          // where we no longer had a match.
          LASTSTRING = DATA [I]
        End
      Else
        Begin
          // The current string has a match in the dictionary.
          // Keep adding to it until there is no match.
          LASTSTRING = CURRENTSTRING
        End
    End
    // Output what is left over.
    Output (SearchDictionary (LASTSTRING))
  End

```

- LZW kurang baik digunakan dalam bilevel (hitam-putih) dan true color
- Format file GIF:
  - a. GIF87a: mendukung interlacing dan mampu menyimpan beberapa image dalam 1 file, ditemukan tahun 1987 dan menjadi standar.
  - b. GIF89a: kelanjutan dari 87a dan ditambahkan dengan dukungan transparency, mendukung text, dan animasi.
- Animated GIF: tidak ada standar bagaimana harus ditampilkan sehingga umumnya image viewer hanya akan menampilkan image pertama dari file GIF. Animated GIF memiliki informasi berapa kali harus diloop.
- Tidak semua bagian dalam animated GIF ditampilkan kembali, hanya bagian yang berubah saja yang ditampilkan kembali.

## A MAN A PLAN A CANAL PANAMA

Input	Output	New Code
A MAN A PLAN A CANAL PANAMA	A	
MAN A PLAN A CANAL PANAMA	<SPACE>	256='A<SPACE>'
MAN A PLAN A CANAL PANAMA	M	257='<SPACE>M'
AN A PLAN A CANAL PANAMA	A	258='MA'
N A PLAN A CANAL PANAMA	N	259='AN'
A PLAN A CANAL PANAMA	<SPACE>	260='N<SPACE>'
A PLAN A CANAL PANAMA	256	261='A'
PLAN A CANAL PANAMA	P	262='A<SPACE>P'
LAN A CANAL PANAMA	L	263='PL'
AN A CANAL PANAMA	259	264='LA'
A CANAL PANAMA	261	265='AN<SPACE>'
CANAL PANAMA	<SPACE>	266='<SPACE>A<SPACE>'
CANAL PANAMA	C	267='<SPACE>C'
ANAL PANAMA	259	268='CA'
AL PANAMA	A	269='ANA'
L PANAMA	L	270='AL'
PANAMA	<SPACE>	271='L<SPACE>'
PANAMA	P	272='<SPACE>P'
ANAMA	269	273='PA'
MA	258	274='ANAM'

## Daftar Pustaka

- [1] Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2] Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**”  
Artech House Inc, MA, USA.
- [3] Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Kompresi Citra (2)

Fakultas Ilmu Komputer	Program Studi Teknik Informatika	Tatap Muka <b>11</b>	Kode MK 15027	Disusun Oleh Tim Dosen
---------------------------	-------------------------------------	-------------------------	------------------	---------------------------

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang teknik kompresi citra PNG, JPG, dan JPEG 2000

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang kompresi citra dan prinsip kerjanya.

# MODUL 11. KOMPRESI CITRA

## 11.1. TEKNIK KOMPRESI PNG

- PNG (Portable Network Graphics) digunakan di Internet dan merupakan format terbaru setelah GIF, bahkan menggantikan GIF untuk Internet image karena GIF terkena patent LZW yang dilakukan oleh Unisys.
- Menggunakan teknik lossless dan mendukung:
  1. Kedalaman warna 48 bit
  2. Tingkat ketelitian sampling: 1,2,4,8, dan 16 bit
  3. Memiliki alpha channel untuk mengontrol transparency
  4. Teknik pencocokan warna yang lebih canggih dan akurat
- Diprakarsai oleh Thomas Boutell dari PNG Development Group, dan versi finalnya direlease pada 1 Oktober 1996, 1,5 tahun sejak project berjalan.
- Byte ordering: MSB-LSB
- Format penamaan file PNG diatur ke dalam suatu urutan blok biner yang disebut sebagai “chunk” (gumpalan), yang terdiri dari:
- Length (4 bytes), berupa informasi ukuran PNG
- Type (4 byte), berupa informasi nama chunk  
Nama chunk terdiri dari 4 karakter ASCII dengan spesifikasi:
  1. Karakter ke-1,2, dan 4 boleh uppercase/lowercase
  2. Jika karakter ke-1 uppercase, berarti **critical chunk** (harus valid), contohnya: IHDR, PLTE, IDAT, dan IEND.
  3. Jika karakter ke-1 lowercase, berarti **non-critical chunk**
  4. (contohnya: bKGD, cHRM, gAMA, hIST, pHYs, sBIT, tEXt, tIME, tRNS, zTXt)
  5. Jika karakter ke-2 uppercase, berarti public (PNG Standard)
  6. Jika karakter ke-2 lowercase, berarti private PNG
  7. Jika karakter ke-4 lowercase, berarti save-to-copy
  8. Jika karakter ke-4 uppercase, berarti unsave-to-copy
  9. Karakter 3 harus uppercase
- Contoh penamaan:
  - IHDR: critical, public, unsafe to copy
  - gAMA: noncritical, public, unsafe to copy
  - pHYs: noncritical, public, safe to copy
  - apPx: noncritical, private, safe to copy
  - A1PX: invalid

ApPx: critical, private, safe to copy

apPX: noncritical, private, unsafe to copy

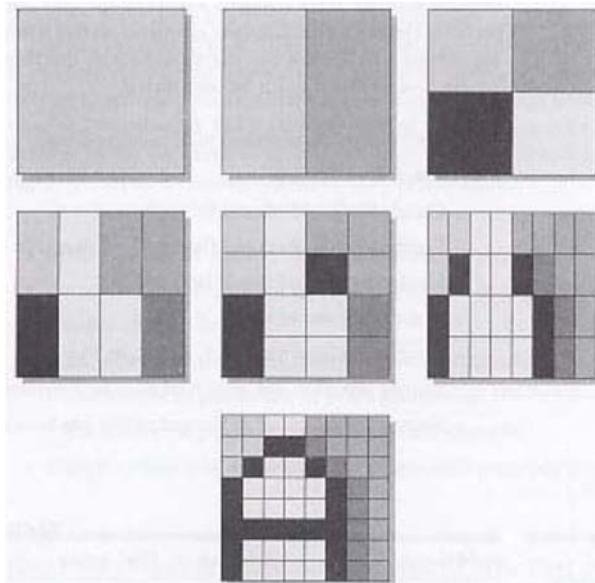
aaaX: invalid

10. Data (ukuran dinamis), berupa data PNG.
11. CRC (Cyclic Redundancy Check), berupa CRC-32 untuk pendekripsi error checking pada saat transmisi data.
12. Proses PNG decoder adalah sebagai berikut:
  - a. Baca chunk data size
  - b. Baca dan simpan chunk type
  - c. Jika ukuran chunk data lebih besar daripada data buffer, alokasikan buffer yang lebih besar
  - d. Baca chunk data
  - e. Hitung CRC value dari chunk data
  - f. Baca CRC dari file yang diterima
  - g. Bandingkan hasil perhitungan CRC dengan CRC dari file, jika tidak sama, berarti chunk invalid, minta kirim ulang.

Sedangkan struktur file PNG adalah:

- a. PNG Signature: tanda file PNG
- b. IHDR chunk: menyimpan dimension, depth, dan color type
- c. PLTE chunk: untuk PNG yang menggunakan color palette type
- d. IDAT chunk 1, IDAT chunk 2, IDAT chunk 3, ... IDAT chunk-n
- e. IEND chunk: end of PNG image
- f. PNG mendukung 5 cara untuk merepresentasikan warna, dimana tipe warna disimpan dalam bagian IHDR chunk:
- g. RGB Triple (R,G, dan B): untuk 8 atau 16 bits
- h. Color Palette: yang disimpan dalam PLTE chunk dengan bit depth 1,2,4 atau 8.
- i. Grayscale: 1 komponen warna per image, bisa digunakan untuk semua bit depth.
- j. RGB Alpha Channel:
  - agar image dan background dapat dikombinasikan
  - untuk mengontrol transparency
  - hanya bisa digunakan pada bit depth 8 atau 16 bits
  - jika alpha channel 0 berarti 100% transparan, sehingga background terlihat seutuhnya.

- Jika alpha channel 2image bit depth -1 berarti fully opaque, sehingga background sama sekali tidak terlihat karena tertutup oleh image.
- k. Grayscale with Alpha Channel: hanya bisa 8/16 bits
- PNG mendukung interlacing yang disebut Adam 7, yang menginterlace berdasarkan pixel daripada berdasarkan baris. Adam akan membagi image ke dalam 8x8 pixel, yang akan diupdate dalam 7 fase interlacing sebagai berikut:



Teknik kompresi yang digunakan adalah Deflate yang merupakan kelanjutan dari algoritma Lempel-Ziv. Cara kerja Deflate sama dengan LZW dan melakukan scanning secara horisontal.

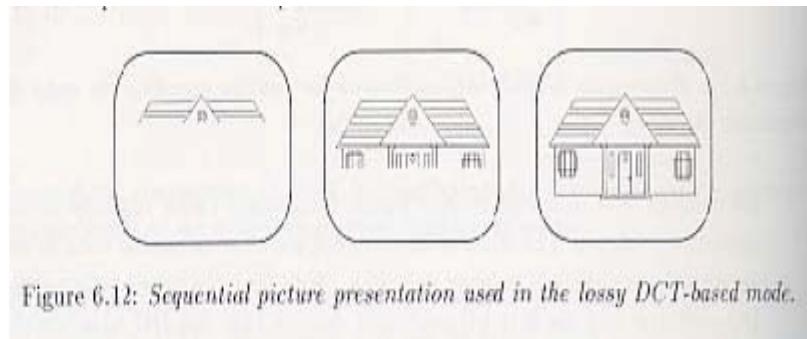
## 11.2. TEKNIK KOMPRESI JPEG

- JPEG (Joint Photographic Experts Group) menggunakan teknik kompresi lossy sehingga sulit untuk proses pengeditan.
- JPEG cocok untuk citra pemandangan (natural generated image), tidak cocok untuk citra yang mengandung banyak garis, ketajaman warna, dan computer generated image
- JPEG's compression models:
  - a. **Sequential:** kompresi dilakukan secara top-down, left-right menggunakan proses single-scan dan algoritma Huffman Encoding 8 bit secara sekuensial

```

While MORESCANS do
Begin
    ReadScanData
End
PerformDCT
ColorConvert
DisplayImage

```

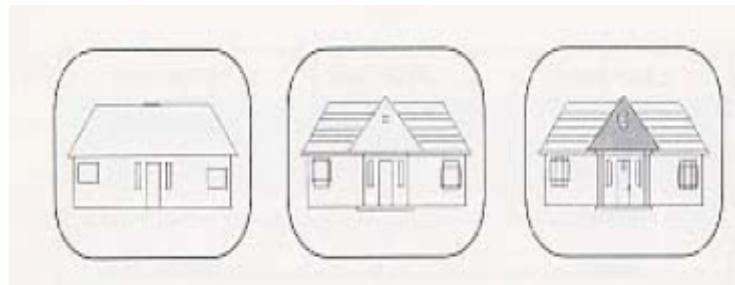


- b. **Progressive:** kompresi dilakukan dengan multiple-scan secara progresif, sehingga kita dapat mengira-ngira gambar yang akan kita download.

```

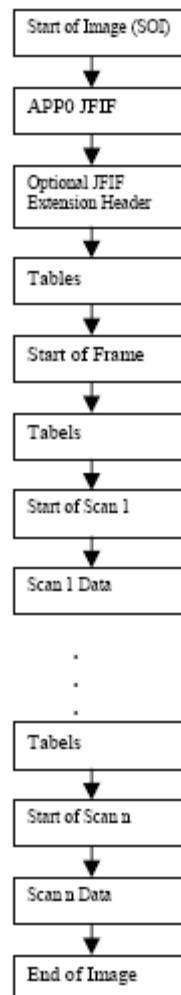
While MORESCANS do
Begin
    ReadScanData
    PerformDCT
    ColorConvert
    DisplayImage
End

```

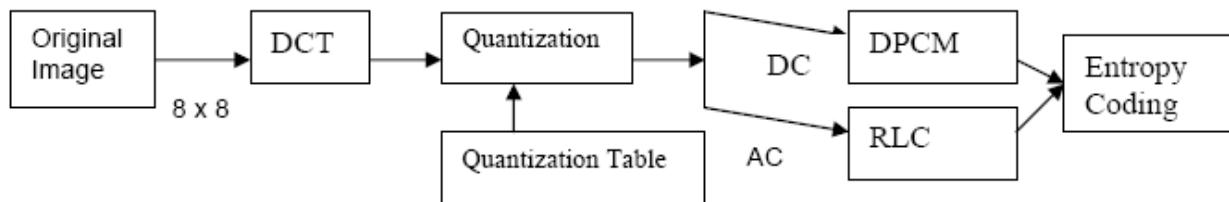


- c. **Hierarchical:** super-progressive mode, dimana image akan dipecah-pecah menjadi sub image yang disebut frame. Frame pertama akan membentuk image dalam resolusi rendah hingga berangsur-angsung ke resolusi tinggi.
- d. **Loseless (JPEG-LS): exact image**
- JPEG merupakan nama teknik kompresi, sedangkan nama format filenya adalah JFIF (JPEG File Interchange Format)
- Tingkat kompresi yang baik untuk JPEG adalah 10:1-20:1 untuk citra foto, 30:1-50:1 untuk citra web, dan 60:1-100:1 untuk kualitas rendah seperti citra untuk ponsel.
- Byte order: MSB-LSB
- Tahapan kompresi JPEG:





- a. Sampling: adalah proses pengkonversian data pixel dari RGB ke YUV/YIQ dan dilakukan down sampling. Biasanya sampling dilakukan per 8x8 blok, semakin banyak blok yang dipakai makin bagus kualitas sampling yang dihasilkan.
- b. DCT (Discrete Cosine Transform) : hasil dari proses sampling akan digunakan sebagai inputan proses DCT, dimana blok 8x8 pixels akan diubah menjadi fungsi matriks cosines
- c. Quantization: proses membersihkan koefisien DCT yang tidak penting untuk pembentukan image baru. Hal ini yang menyebabkan JPEG bersifat lossy.
- d. Entropy Coding: proses penggunaan algoritma entropy, misalnya Huffman atau Aritmatik untuk mengenkodekan koefisien hasil proses DCT yang akan mengeliminasi nilai-nilai matriks yang bernilai nol secara zig-zag order.



- Dalam JPEG terdapat beberapa “marker” sebagai tanda yang memisahkan antar komponennya yang berukuran 2 bytes, dimana byte pertama selalu bernilai FF16 sedangkan bit kedua bisa berupa:
  - APPn: untuk menghandle application specific data, misalnya informasi tambahan yang ada dalam JPEG
  - COM (Comment): untuk memberikan komentar plain text string seperti copyright.
  - DHT (Define Huffman Table): menyimpan tabel kode-kode Algoritma Huffman
  - DRI (Define Resart Interval): sebagai tanda resart interval
  - DQT (Define Quantization Table): mendefinisikan tabel kuantisasi yang digunakan dalam proses kompresi
  - EOI (End of Image): tanda akhir file JPEG
  - RSTn: restart marker
  - SOI (Start of Image): tanda awal image
  - SOFn: start of frame
  - SOS: start of scan
- Secara umum JPEG/JFIF file menyimpan informasi:
  - Signature untuk mengidentifikasi JPEG file
  - Colorspace
  - Pixel density
  - Thumbnails
  - Relationship of pixels to sampling frequency

### 11.3. JPEG 2000

- Adalah pengembangan kompresi JPEG.
- Didesain untuk internet, scanning, foto digital, remote sensing, medical imaging, perpustakaan digital dan e-commerce
- Kelebihan:
  - Dapat digunakan pada bit-rate rendah sehingga dapat digunakan untuk network image dan remote sensing

- b. Menggunakan Lossy dan lossless tergantung kebutuhan bandwidth. lossless digunakan untuk medical image
- c. Transmisi progresif dan akurasi & resolusi pixel tinggi
- d. Menggunakan Region of Interest (ROI)
- e. Robustness to bit error yang digunakan untuk komunikasi jaringan dan wireless
- f. Open architecture: single compression/decompression
- g. Mendukung protective image security: watermarking, labeling, stamping, dan encryption
- h. Mendukung image ukuran besar 64k x 64k, size up to 232 - 1
- i. Mendukung meta data dan baik untuk computer-generated imagery. Dulu JPEG standar baik untuk natural imagery.

## Daftar Pustaka

- [1] Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2] Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**” Artech House Inc, MA, USA.
- [3] Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems.**



## **MODUL PERKULIAHAN**

# **Sistem Multimedia**

## **Protokol Multimedia dan QoS**

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	12	15027	Tim Dosen

### **Abstract**

Modul ini berisi materi tentang protokol jaringan multimedia, arsitektur berlapis, perbedaan OSI Network Layer dan TCP/IP Layer, Karakteristik Multimedia, dan Multimedia Streaming

### **Kompetensi**

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang protokol multimedia dan kualitas layanannya

# MODUL 12. PROTOKOL MULTIMEDIA & QoS

## 12.1. PROTOKOL JARINGAN SISTEM MULTIMEDIA

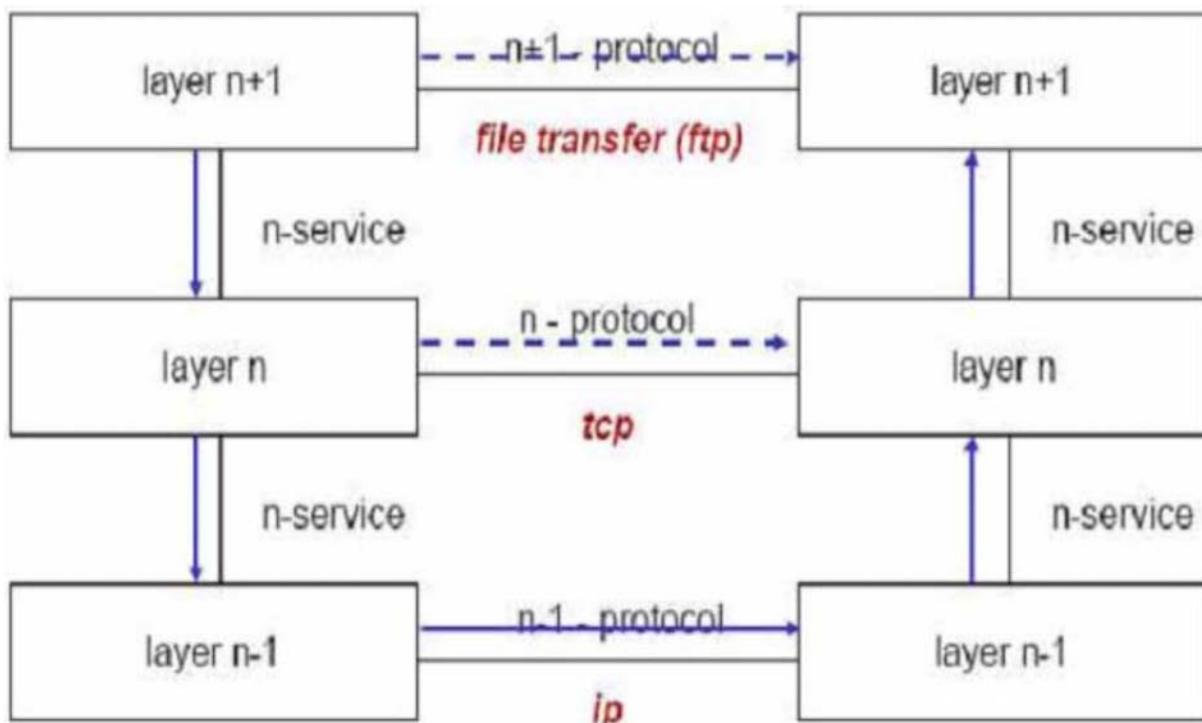
### Pengantar

- Pada sistem multimedia terdistribusi, dibutuhkan protokol jaringan yang mengurnya.
- Jaringan komputer : seperangkat komputer otonom yang secara eksplisit terlihat (secara eksplisit teralamati) dan terhubung satu-sama lain. [Tanembaum, 1996]
- Tipe jaringan komputer:
  - a. Local Area Network (LAN) : jaringan kecepatan tinggi pada suatu lingkungan lokal tertentu.
  - b. Metropolitan Area Network (MAN) : jaringan kecepatan tinggi untuk node yang terdistribusi dalam jarak jauh (biasanya untuk satu kota atau suatu daerah besar)
  - c. Wide Area Network (WAN), komunikasi untuk jarak yang sangat jauh. Contoh: Internet
  - d. Wireless Network, peralatan end-user untuk mengakses jaringan dengan menggunakan transmisi radio pendek atau sedang.
  - e. Wireless WAN : GSM (sampai 20 Kbps)
  - f. Wireless LAN/MAN : WaveLAN (2-11 Mbps, sampai 150 m)
  - g. Wireless PAN (Personal Area Network) : bluetooth (sampai 2 Mbps, jarak < 10 m)

	<i>Range</i>	<i>Bandwidth (Mbps)</i>	<i>Latency (ms)</i>
LAN	1-2 kms	10-1000	1-10
WAN	worldwide	0.010-600	100-500
MAN	2-50 kms	1-150	10
Wireless LAN	0.15-1.5 km	2-11	5-20
Wireless WAN	worldwide	0.010-2	100-500
Internet	worldwide	0.010-2	100-500

Gambar 12.1. Cakupan frekuensi

## 12.2. Arsitekturn Protokol Berlapis

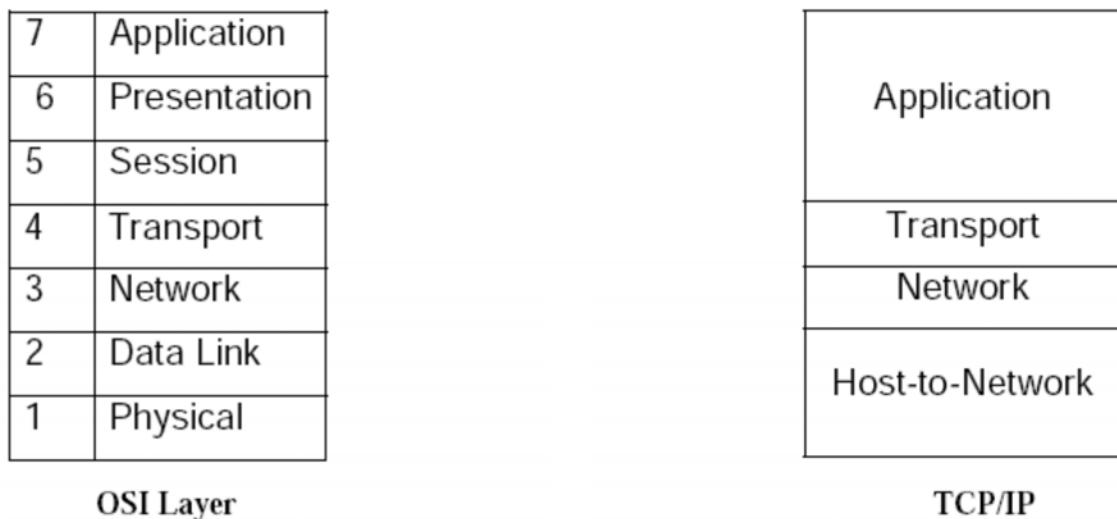


Gambar 12.2. Arsitektur Protokol Multimedia Berlapis

Tiap layer menerapkan suatu protokol tertentu P<sub>n</sub>

- Data pada tiap layer akan diformat sesuai dengan P<sub>n</sub>
- Layer N suatu node akan berkomunikasi dengan Layar N pada node lainnya
- Antar layer saling berinterkoneksi dengan menggunakan nservice
- Arsitektur Node A dengan Node B harus memiliki arsitektur yang sama

## 12.3. Perbedaan OSI Network Layer dengan TCP/IP Layer



Gambar 12.3. Perbandingan OSI Layer dan TCP/IP Layer

Tabel 12.1. Deskripsi OSI Layer

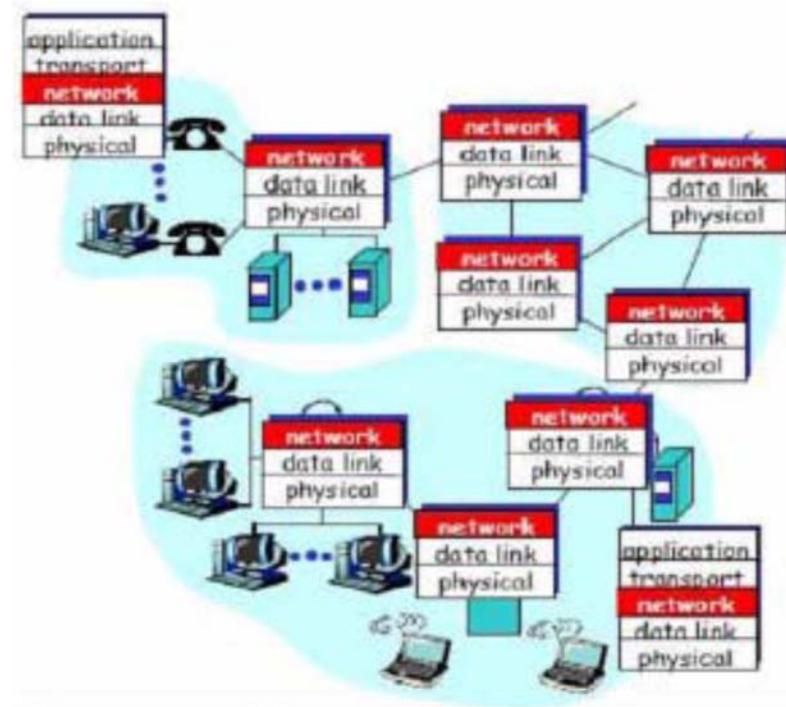
Layer	Deskripsi	Contoh
Application	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagai antar muka dengan user</li> <li>• Memungkinkan akses ke layanan jaringan yang mendukung aplikasi</li> </ul>	HTTP, FTP, SMTP, RTP, RTSP, RCP, CORBA, IIOP, RMI
Presentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menterjemahkan dari format aplikasi ke format jaringan</li> <li>• Semua format yang berbeda pada lapisan aplikasi akan diubah menjadi format umum yang dapat dimengerti oleh model OSI lainnya</li> <li>• Melakukan enkripsi/dekripsi, kompresi, coding/encoding</li> </ul>	SSL, Corba data replication
Session	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengatur siapa yang dapat mengirim data pada waktu tertentu dan berapa lama waktu yang diberikan</li> <li>• Error detection and recovery</li> <li>• Manage session connection</li> </ul>	Gateway, NetBIOS, RPC
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengatur flow control antar proses aplikasi pemakai</li> <li>• Menyediakan mekanisme error control untuk setiap transmisi paket data</li> </ul>	TCP (connection oriented), UDP (connectionless oriented), TCP dan Gateway
Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menterjemahkan alamat logika jaringan ke alamat fisiknya (MAC)</li> <li>• Bertanggung jawab terhadap pengalaman, mengatur masalah jaringan seperti packet switching dan</li> </ul>	IP, ATM (Asynchronous Transmission Mode), Router

<b>Layer</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Contoh</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jika router tidak dapat mengirimkan data frame yang lebih besar maka lapisan jaringan harus dapat memecah frame tersebut menjadi unit yang lebih kecil. Pada sisi penerima lapisan jaringan menyatukan kembali data</li> </ul>	
Data Link	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengubah paket data menjadi bit terbuka 1010101 dan pada sisi penerima mengubah dari bit terbuka menjadi paket</li> <li>Menangani frame data antara lapisan Network dan lapisan Physical</li> <li>Menerima bit stream dari lapisan Physical dan mengubahnya menjadi frame untuk diteruskan ke lapisan Network</li> <li>Bertanggung jawab untuk pengiriman frame yang bebas error ke komputer lain melalui layer Physical (error control)</li> <li>Mendefinisikan metode yang digunakan untuk mengirim dan menerima data pada jaringan (flow control)</li> </ul>	Bridge, Switch
Physical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengirimkan bit stream sepanjang media komunikasi fisik</li> <li>Mendefinisikan kabel, NIC dan aspek-aspek fisik</li> <li>Mendefinisikan bagaimana NIC terpasang pada hardware, bagaimana kabel terpasang pada NIC</li> <li>Mendefinisikan teknik untuk mengirimkan bit stream menggunakan Amplitudo Modulation dan Frequency Modulation (melalui kabel), sinyal (melalui fiber optic), dan gelombang (melalui wireless)</li> </ul>	Repeater, Hub

## 12.4. Protokol IP (Internet Protocol)

Protokol Internet (Internet Protocol/IP) dibuat berdasarkan RFC 791

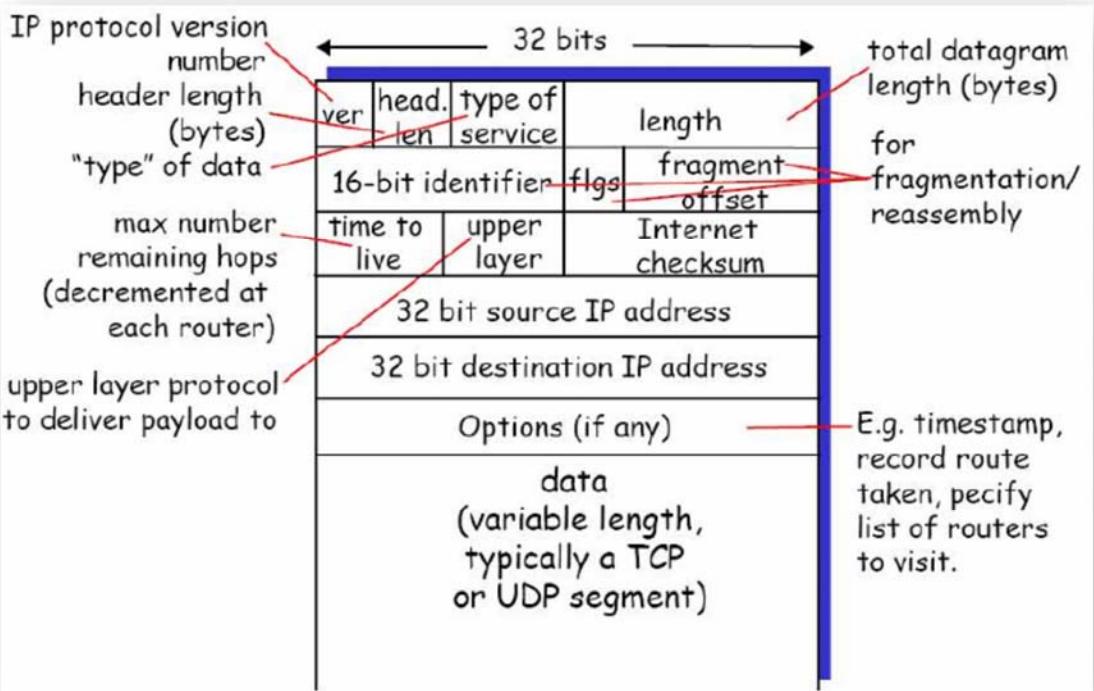
- Fungsi penting IP:
  - a. Menentukan jalur yang ditempuh antara pengirim dan penerima.



Gambar 12.4. Konfigurasi implementasi jaringan

- b. Switching : memindahkan paket dari input router ke output router yang sesuai
- c. Call Setup : beberapa arsitektur jaringan membutuhkan setup koneksi dahulu.
- IPv4 (tahun 1982) menggunakan panjang alamat sebesar 32 bit yang dibagi menjadi 4 komponen, sedangkan IPv6 menggunakan 128 bit
- Pengalamatan IPv4 (tahun 1994) dibagi menjadi 5 kelas

	octet 1	octet 2	octet 3		Range of addresses
Class A:	Network ID 1 to 127	0 to 255	0 to 255	0 to 255	1.0.0.0 to 127.255.255.255
Class B:	128 to 191	0 to 255	0 to 255	0 to 255	128.0.0.0 to 191.255.255.255
Class C:	192 to 223	0 to 255	0 to 255	1 to 254	192.0.0.0 to 223.255.255.255
Multicast address					
Class D (multicast):	224 to 239	0 to 255	0 to 255	1 to 254	224.0.0.0 to 239.255.255.255
Class E (reserved):	240 to 255	0 to 255	0 to 255	1 to 254	240.0.0.0 to 255.255.255.255



Gambar 12.5. Format Datagram IP

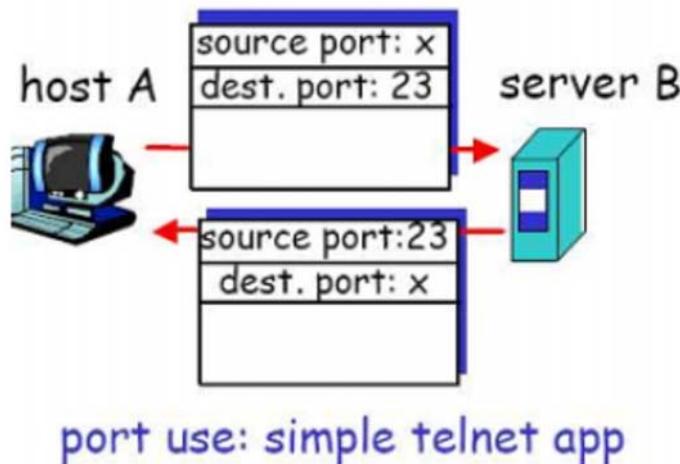
- IP versi 6 distandarisasi dengan RFC 2460
  - a. Alamat menggunakan : (semicolon) hexadecimal 69dc:8864:ffff:ffff:0:1280:8c0a:ffff
  - b. Jika ditulis secara desimal dengan IPv4  
105.220.136.100.255.255.255.0.18.128.140.10.255.255

## 12.5. Protokol TCP dan UDP

---

Protokol Internet (Internet Protocol/IP) dibuat berdasarkan RFC 793

- Menyediakan komunikasi logika antara proses aplikasi yang berjalan pada host yang berbeda
- Ada dua protokol : TCP (Transmission Control Protocol) dan UDP (User Datagram Protocol)



Gambar 12.6. Konfigurasi menggunakan IP Versi 6

### Protocol UDP

- Menyediakan layanan transport unreliable dan connectionless:
  - a. Tidak menjamin urutan pengiriman
  - b. Setiap paket memiliki alamat tujuan
  - c. Duplikasi message sangat dimungkinkan
  - d. Memfasilitasi multicasting (transmisi data pada subset network yang telah disepakati)
- Contoh: semua protokol multimedia yang tidak memerlukan error koreksi. Misal RTP (Real-time Transport Protocol)

### Protocol TCP

- Menyediakan layanan transport connection oriented dan reliable:
  - a. Adanya pengecekan error menggunakan mekanisme acknowledgment
  - b. Dijaga urutan message

- c. Segmentasi data stream dari lapisan aplikasi
- d. Komunikasi duplex (2 arah)
- Tidak cocok untuk protocol multimedia, karena:
  - a. TCP akan menghentikan pengiriman data jika terjadi kemacetan.
  - b. Tidak real-time
  - c. Terjadi timbal balik dari penerima ke pengirim jika pengiriman sukses. Pada multimedia
  - d. tidak diperlukan error koreksi, TCP retransmission dapat menyebabkan jitter (perbedaan
  - e. waktu antara waktu keberangkatan dan kedatangan).

## 12.6. Protokol HTTP

---

Protokol ini merupakan “The most popular protocol”

- Pada RFC 2616, HTTP didefinisikan sebagai :

*“The Hypertext Transfer Protocol (HTTP) is an application-level protocol for distributed, collaborative, hypermedia information systems.”*
- HTTP 1/0 (non-persistent) dan HTTP 1/1 (persistent)
- Bersifat stateless (server tidak memelihara informasi dari client sebelumnya)
- Method umum: GET, POST, dan HEAD
- Kode status HTTP:
  - a. 1xx: informational
  - b. 2xx: successful, e.g. 200 OK
  - c. 3xx: redirection
    - 301 Moved Permanently
    - 304 Not Modified
  - d. 4xx: Client Error
    - 400 Bad Request
    - 401 Unauthorized
    - 403 Forbidden
    - 404 Not Found
  - e. 5xx: Server Error
    - 501 Not Implemented
    - 503 Service Unavailable

- HTTP mendukung : cookie dan HTTP Authentication

## 12.7. Karakteristik Multimedia Data

---

- Terutama difokuskan pada Continous media (video dan audio)
- Memiliki karakteristik:
  - a. Voluminous
  - b. Membutuhkan data rate tinggi dan berukuran besar
  - c. Real-time and Interactive
  - d. Membutuhkan low delay
  - e. Membutuhkan sinkronisasi dan interaktif

### Multimedia dan internet

- MIME (Multipurpose Internet Mail Extension) digunakan untuk mendekripsi file multimedia di Internet
  - a. Text (text/plain, text/html)
  - b. Image (image/gif, image/jpeg, image/png)
  - c. Video (video/mpeg, video/quicktime)
  - d. Audio (audio/basic, audio/wav)
  - e. Application (application/msword, application/octet-stream)
- Saat browser menjumpai MIME type, browser melakukan salah satu dari hal-hal berikut:
  - a. mulai mengirimkan file dan membukanya menggunakan program aplikasi yang telah asosiasikan sebelumnya.
  - b. mengijinkan user menyimpan file ke dalam disk/hardisk
  - c. menanyakan pada user aplikasi apa yang akan digunakan untuk membuka file
  - d. mengijinkan user membatalkan transfer file

## 12.8. Multimedia Streaming

---

Streaming media adalah suatu teknologi yang mampu mengirimkan file audio dan video digital secara real time pada jaringan computer.

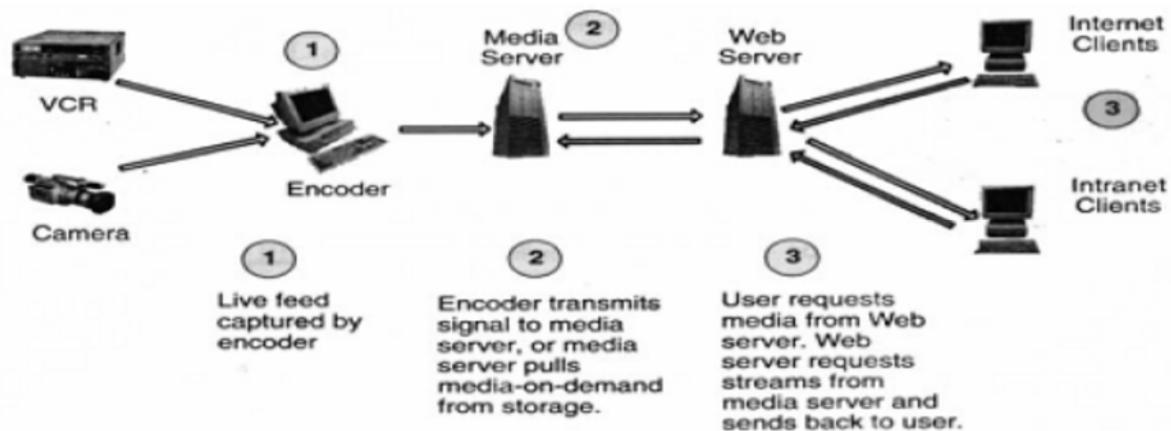
Perbedaan antara download dan streaming

*Download*

- download dan simpan file dalam HD sehingga dapat dinikmati pada saat offline.
- dapat dilihat berkali-kali.
- standard file (bisa dibaca oleh semua jenis mesin).
- kualitas bagus
- waktu download lama

### *Streaming*

- dapat dilakukan pada bandwidth dengan kecepatan rendah



Gambar 12.7. Multimedia Streaming

- Web master tidak perlu risau dengan bandwidth
- Web master tidak dibatasi oleh besar file
- Hanya dapat dilihat pada saat online
- Kualitas gambar jelek

### *Streaming Protocol*

- RSVP – Resource Reservation Protocol digunakan untuk mereserve bandwidth sehingga data dapat tiba ditujuan dengan cepat dan tepat.
- SMRP – Simple Multicast Routing Protocol  
Protocol yang mendukung ‘conferencing’ dengan mengganda-kan (multiplying) data pada sekelompok user penerima
- RTSP – Real-Time Streaming Protocol (RFC 2326)
  - digunakan oleh program streaming multimedia untuk mengatur pengiriman data secara real-time, tidak bergantung pada protokol Transport.

- b. Metode yang ada: PLAY, SETUP, RECORD, PAUSE dan TEARDOWN
- c. Digunakan pada Video on Demand
- RTP – Real Time Transport Protocol (RFC 1889)
  - a. suatu standard untuk mengirimkan data multimedia secara real-time, bergantung pada protokol Transport
  - b. Berjalan diatas UDP tapi bisa juga diatas protokol lain
- RTCP – Real-Time Control Protocol
  - a. Protocol QoS (Quality of Service) untuk menjamin kualitas streaming.
  - b. Merupakan bagian pengkontrolan paket data pada RTP

## 12.9. QUALITY OF SERVICE (QoS)

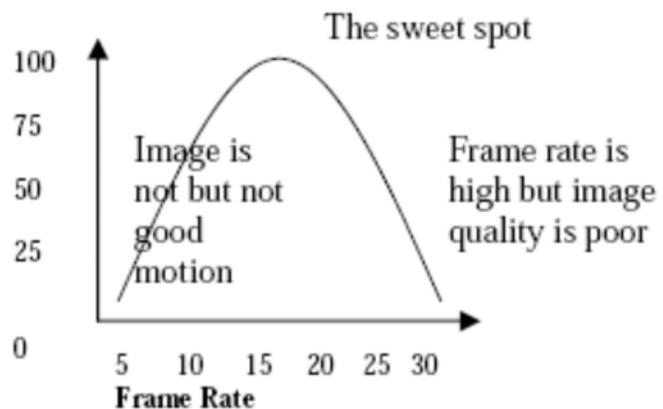
---

Beberapa parameter QoS:

- Data Rate: ukuran kecapatan transmisi data, satunya kbps or Mbps
- Latency (maximum packet delay) : waktu maksimum yang dibutuhkan dari transmisi ke penerimaan yang diukur dengan satuan milidetik
- Dalam voice communication: <= 50 ms
  - a. Packet Loss / Error : ukuran error rate dari transmisi packet data yang diukur dalam persen.
  - b. Packet hilang (bit loss) yang biasanya dikarenakan buffer yang terbatas, urutan packet yang salah termasuk dalam error rate ini.
  - c. Packet Loss = Frame dari Transmitter – Frame dari Receiver
  - d. Jitter : ukuran delay penerimaan paket yang melambangkan smoothness dari audio/video playback.

### Kualitas Video

- Tidak bisa ditetapkan secara pasti karena persepsi user berbeda-beda
- Pada umumnya dipengaruhi faktor: frame rate, image quality,brightness, frame loss, dan warna.
- Perbandingan kualitas image dengan frame rate
- Semakin baik kualitas image, biasanya frame rate video jelek



## Daftar Pustaka

- [1] Tay Vaughan, 2006. Multimedia: Making It Work, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2] Khalid Sayo "Communication and Computing for Distributed Multimedia System" Artech House Inc, MA, USA.
- [3] Guo Jun Lu, Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems.





## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Kompresi Digital

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	13	15027	Tim Dosen

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang prinsip-prinsip kompresi, redundancy data, klasifikasi teknik kompresi, diagram alir pemrograman, mengukur kinerja kompresi, dan algoritma kompresi

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang kompresi digital dan cara mengukur kinerja kompresi.

# MODUL 13. KOMPRESI DATA DIGITAL

Terdapat banyak teknik kompresi yang memampatkan file teks, tetapi bagaimana dengan

kompresi data multimedia. Pada sub bab berikut akan dibahas prinsip, teknik dan standar kompresi pada data multimedia terutama pada data suara, gambar dan video yang sudah dalam bentuk digital.

## 13.1. Prinsip Kompresi

---

Kompresi dalam sistem multimedia sering dipertanyakan, apakah metode kompresi yang ada dapat mengelola bit rate dan penyimpanan data multimedia. Apakah hal tersebut memungkinkan? Jawabannya adalah Ya. Data dapat dikompres dengan memanfaatkan dua faktor utama, yaitu redundansi data pada suara, gambar atau video dan kepemilikan persepsi manusia.

### 13.2.1 Redundancy Data

---

Seperti kita telah diskusikan pada bab sebelumnya, suara digital adalah nilai sample seri. Sedangkan sebuah gambar adalah sebuah array segi empat yang berisi nilai sample (pixel), video adalah sederetan gambar yang dimainkan dalam kecepatan tertentu. Nilai sample yang bertetanggan adalah saling berhubungan. Nilai yang berhubungan ini secara statistik ini yang disebut redundancy. Menghilangkan redundancy tidak akan merubah arti data.

#### ***Redundancy pada Suara Digital***

Dalam beberapa kasus, suara terdengar sama. Nilai sample suara berikutnya dapat diprediksi berdasarkan nilai sample suara sebelumnya. Teknik kompresi yang menggunakan fitur ini disebut *predictive coding*.

Pada suara digital, terdapat tipe redundancy lain: selama kita melakukan percakapan atau berbicara, terdapat suatu waktu yang kosong atau tidak bersuara. Menghilangkan sample suara pada saat itu tidak akan mempengaruhi arti dari pembicaraan. Teknik kompresi ini disebut *silence removal*.

### ***Redundancy pada Gambar Digital***

Pada gambar digital, sample bertetangga pada satu garis scanning biasanya mirip. Kemiripan ini disebut spatial redundancy. Spatial redundancy ini dapat dihilangkan dengan teknik pengkodean prediksi dan teknik lain (seperti *transform coding*).

### ***Redundancy pada Video Digital***

Video digital adalah sederetan gambar, maka ia akan memiliki redundancy. Gambar bertetangga biasanya memiliki kemiripan. Kemiripan ini disebut temporal redundancy dan dapat dihilangkan dengan pengkodean prediksi.

## **13.2.2 Persepsi Manusia**

---

Pengguna akhir (end user) dari suara, gambar dan video digital adalah manusia. Manusia dapat mentolerir beberapa kesalahan (error) atau kehilangan (loss) tanpa mempengaruhi efektifitas komunikasi. Ini artinya bahwa versi kompresi tidak harus menampilkan data keseluruhan dari data aslinya. Tetapi hal ini sangat bertolak belakang dengan data alphanumeric yang tidak memperkenankan data hilang ataupun rusak sedikitpun, terutama pada program komputer. Hal diatas menunjukkan bahwa persepsi manusia pada umumnya tidak sensitif terhadap kerusakan kecil atau kehilangan data pada suara, gambar dan video.

## **13.3 Klasifikasi Teknik Kompresi**

---

Terdapat banyak teknik kompresi untuk mengkompres data multimedia. Mereka dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara dengan berbagai kriteria. Beberapa klasifikasi berdasarkan algoritma kompresi yang digunakan. Pada modul ini kita akan mengklasifikasikan berdasarkan hasil teknik kompresi. Tipe klasifikasi ini lebih bermanfaat bagi pengguna akhir dan pengembang yang merancang dan mengembangkan sistem multimedia.

### ***Teknik Kompresi Lossless Vs Lossy***

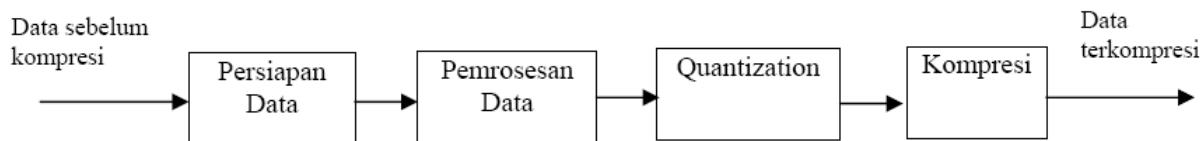
Jika data asli dapat dibentuk kembali sesuai dengan aslinya setelah menggunakan teknik kompresi ini, maka teknik kompresi ini disebut teknik kompresi *lossless*. Lawanya adalah *lossy*. Teknik kompresi *lossless* biasanya digunakan untuk program komputer (\*.exe, \*.zip, \*.rpm, \*.bin, \*.iso, \*.tar) dan dokumen resmi (\*.doc, \*.xls, \*.ppt) dimana tidak diperkenankan

adanya kerusakan / kesalahan (error) ataupun kehilangan (loss). Teknik kompresi ini memanfaatkan hanya data redundancy. Dan biasanya rasio kompresi yang didapat cenderung rendah.

Teknik kompresi *lossy* biasanya digunakan untuk mengkompres suara, gambar dan video digital pada kebanyakan aplikasi multimedia dimana beberapa kesalahan atau kehilangan dapat ditolerir. Teknik ini memanfaatkan data redundancy dan persepsi manusia. Sehingga rasio kompresi yang didapat bisa sangat tinggi. Contohnya rasio kompresi untuk MP3 bisa mencapai 90%.

### 13.3.1 Diagram Alir Pemrosesan Kompresi

---



Gambar 13.1. Diagram alir proses kompresi

Pada gambar diatas diperlihatkan diagram alir proses kompresi, mulai dari data sebelum kompresi sampai data selesai dikompresi. Langkah-langkah kompresi adalah sebagai berikut:

1. Bagian persiapan data didalamnya terdapat konversi ADC (Analog-to-Digital Converter) dan memberikan pendekatan informasi kepada data yang akan dikompresi. Dalam hal ini data yang akan dikompresi adalah gambar. Data tersebut akan dibagi-bagi menjadi blok yang berukuran 8x8 pixel, masing-masing pixel mewakili sejumlah bit. Proses ini merupakan proses yang pertama pada teknik kompresi. Jika suatu daerah pada data akan dilakukan kompresi, maka daerah tersebut harus diubah terlebih dahulu. Data akan diselesaikan saat itu juga. Data akan ditransformasikan dari fungsi waktu ke dalam fungsi frekwensi yang diperlukan untuk membangun vektor dari masing-masing 8x8 blok dalam frame yang berurutan. Quantization menetapkan pemetaan granularity dari angka sebenarnya. Seperti pecahan kedalam bilangan bulat. Hal tersebut konsekwensinya untuk mereduksi kebutuhan kapasitas yang sedikit.
2. Langkah pemrosesan dan kuantisasi dapat dimungkinkan untuk dilakukan berulang-ulang selama beberapa kali. Setelah proses kompresi, aliran data dibentuk kedalam bentuk yang

spesifik, tergantung dari teknik kompresi yang digunakan dan juga kode untuk melakukan koreksi kesalahan.

Dekompresi adalah proses kebalikan dari kompresi. Teknik dekompresi ini memiliki perbedaan variasi proses jika dibandingkan dengan teknik kompresi, sebagai contoh, jika aplikasi simetris, contoh aplikasi percakapan, proses decoding dan encoding akan menjadikan data menjadi lebih besar dibandingkan data sebelumnya. Semua ini dipengaruhi oleh faktor kecepatan berbanding dengan kualitas data hasil kompresi. Bagaimanapun juga jika data dilakukan kompresi atau encode satu kali saja, sedangkan decoding membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga dalam teknik kompresi, faktor kualitas tidak menjadi tolok ukur.

### 13.3.2 Mengukur Kinerja Kompresi

---

Kinerja kompresi dari beberapa teknik kompresi diukur dengan sebuah parameter. Pemilihan teknik kompresi untuk suatu aplikasi harus berdasarkan klasifikasi, parameter kinerja, dan kebutuhan aplikasi. Parameter pertama dalam mengukur kinerja kompresi adalah rasio kompresi. Rasio kompresi diukur berdasarkan rasio atau perbandingan antara jumlah data data asli dan jumlah data setelah dikompresi. Makin tinggi rasio kompresi, maka makin baik teknik kompresinya. Hal ini berlaku pada teknik kompresi yang lossless. Untuk teknik kompresi lossy, kita harus memperhatikan parameter yang kedua, yaitu kualitas media yang dibentuk ulang. Sangat tidak baik jika rasio kompresi sangat tinggi, karena tentunya kualitas media yang terbentuk akan sangat rendah sekali. Secara umum dibenarkan bahwa makin tinggi rasio kompresi, makin rendah kualitas data pada teknik kompresi lossy.

Parameter yang lain adalah kompleksitas implementasi dan kecepatan kompresi. Tentu saja, makin mudah implementasi suatu teknik kompresi dan makin cepat proses kompresi, makin baik teknik kompresinya. Kecepatan adalah parameter yang penting dalam aplikasi yang *real-time*. Untuk tipe aplikasi yang membutuhkan tampilan dan informasi teks saja, tentunya kita perlu mempertimbangkan teknik kompresi dan dekompresi serta kecepatan secara terpisah. Karena kompresi, biasanya, dilakukan sekali dan secara off-line, tetapi dekompresi dilakukan beberapa kali dan on-line. Sehingga kecepatan kompresi tidak begitu penting, tetapi kecepatan dekompresi sangat penting. Beberapa teknik kompresi memiliki waktu yang sama untuk proses kompresi dan

dekompresi. Teknik ini disebut teknik kompresi simetrik. Ada juga teknik kompresi yang lebih lambat, tetapi lebih cepat ketika proses dekompresi. Teknik ini disebut teknik kompresi asimetrik.

### 13.3.3 Algoritma Kompresi Huffman

---

Algoritma kompresi Huffman atau sering disebut dengan Huffman Coding. Algoritma ini menghasilkan jumlah bit yang lebih sedikit untuk penggunaan simbol yang lebih banyak. Hal ini sangat efisien untuk penggunaan karakter atau simbol yang sangat sering digunakan. Algoritma Huffman mengkodekan sembarang karakter dalam sebuah file dengan membentuk pohon Huffman (Huffman Tree) yang merupakan representasi dari struktur data double linked-list dan pohon biner (binary tree).

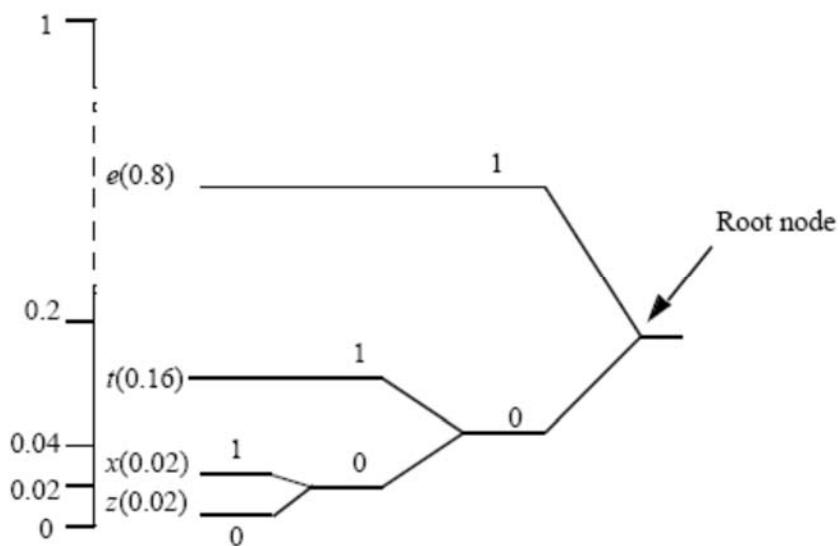
Tabel 13.1 Contoh Codebook

<i>Symbol</i>	<i>Probability</i>	<i>Code</i>
<i>e</i>	0.8	1
<i>t</i>	0.16	01
<i>x</i>	0.02	001
<i>z</i>	0.02	000

Contoh :

Sebuah file berisi 1.000 karakter atau simbol, yang berisikan huruf *e*, *t*, *x* dan *z*. Probabilitas kemunculan masing-masing simbol adalah seperti terlihat pada tabel 13.1. Sekarang kita akan mendiskusikan bagaimana Huffman Coding menggunakan metode pendekatan bawah ke atas (a bottom to up approach) sebagai berikut :

1. Menginisialisasi : meletakkan semua node dalam keadaan terurut dari kecil ke besar.  
Jika terdapat dua karakter atau simbol yang memiliki probabilitas sama, maka simbol-simbol tersebut dapat diletakkan dalam urutan manapun.



Gambar 13.2 Contoh Pohon Huffman

2. Gabungkan dua simbol (node) yang memiliki probabilitas terkecil.
3. Node hasil penggabungan dapat diperlakukan seperti node biasa.
4. Ulangi langkah (2) dan (3) sampai semua node menjadi sebuah pohon (Root node).
5. Mulai dari Root node, tandai dengan bit “1” untuk cabang yang ke atas dan bit “0” untuk cabang yang ke bawah.
6. Kode untuk setiap simbol didapat dengan menyusun urutan bit-bit dari Root node sampai ke cabang. Sebagai contoh untuk simbol  $x$  kita akanapatkan kode 001.

Pada langkah 5 kita juga dapat memberikan bit “0” untuk cabang ke atas dan bit “1” untuk cabang ke bawah, sehingga Huffman Coding tidak mementingkan urutan kode untuk setiap simbol, tetapi panjang dari kode yang diperhitungkan untuk setiap simbol.

Contoh lain penerapan algoritma kompresi Huffman.

Sebuah file berisi karakter : **PERKARA**. Jika diuraikan berdasarkan kode ASCII, maka akan terlihat sebagai berikut:

**P = 50 H = 0101 0000 B**

**E = 45 H = 0100 0101 B**

**R = 52 H = 0101 0010 B**

$$K = 4B = 0100\ 1011\ B$$

$$A = 41H = 0100\ 0001\ B$$

Sehingga menjadi :

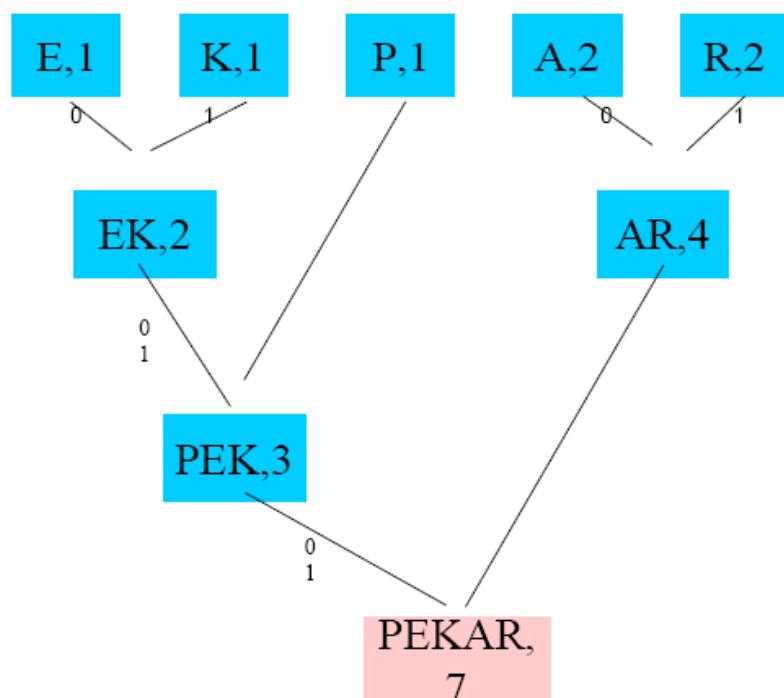
P	E	R	K	A	R	A
0101 000	0100 0101	0101 0010	0100 1011	0100 0001	0101 0010	0100 0001

→ 56 bit

Secara statistik:

<u>Simbol</u>	<u>Statistik</u>	<u>Node</u>
P	1	P(1)
E	1	E(1)
R	2	R(2)
K	1	K(1)
A	2	A(2)

Pohon Huffman:



Didapat kode baru untuk masing-masing simbol adalah sebagai berikut :

P = 01

E = 000

R = 11

K = 001

A = 10

Maka hasil kompresi yang didapat adalah:

P	E	R	K	A	R	A
01	000	11	001	10	11	10

= 16 bit

Rasio kompresi = Bit sesudah kompresi : Bit sebelum kompresi  
= 16 bit : 56 bit  
= 4 : 9

## Daftar Pustaka

- [1] Tay Vaughan, 2006. **Multimedia: Making It Work**, Edisi 6, Mc-Graw Hill Company.
- [2] Khalid Sayo “**Communication and Computing for Distributed Multimedia System**”  
Artech House Inc, MA, USA.
- [3] Guo Jun Lu, **Communication and Computing For Distributed Multimedia Systems**.



## MODUL PERKULIAHAN

# Sistem Multimedia

## Sistem Multimedia Terdistribusi

Fakultas	Program Studi	Tatap Muka	Kode MK	Disusun Oleh
Ilmu Komputer	Teknik Informatika	15027	14	Tim Dosen

### Abstract

Modul ini berisi materi tentang karakteristik data multimedia, manajemen QoS, negosiasi QoS, control penerimaan, manajemen sumber daya, penjadwalan sumber daya, adaptasi system, scaling, dan filtering

### Kompetensi

Pada akhir pertemuan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan tentang system multimedia terdistribusi

# MODUL 14. SISTEM MULTIMEDIA TERDISTRIBUSI

## 14.1. PENDAHULUAN

---

Komputer modern dapat menangani aliran data yang terus-menerus. Data yang berbasis waktu seperti audio dan video digital dapat ditangani dengan baik tanpa masalah. Kemampuan ini telah menyebabkan pengembangan aplikasi multimedia terdistribusi seperti perpustakaan video dalam jaringan, Telepon Internet dan video conference. Aplikasi seperti ini layak digunakan dengan kondisi jaringan saat ini untuk keperluan umum, meskipun kualitas sistem audio dan video yang dihasilkan biasanya kurang memuaskan. Penggunaan lain yang Lebih boros sumberdaya seperti video conference berskala besar, layanan TV digital, TV dan sistem pengawasan elektronik dengan video interaktif masih berada di luar kemampuan jaringan saat ini dan teknologi sistem terdistribusi.

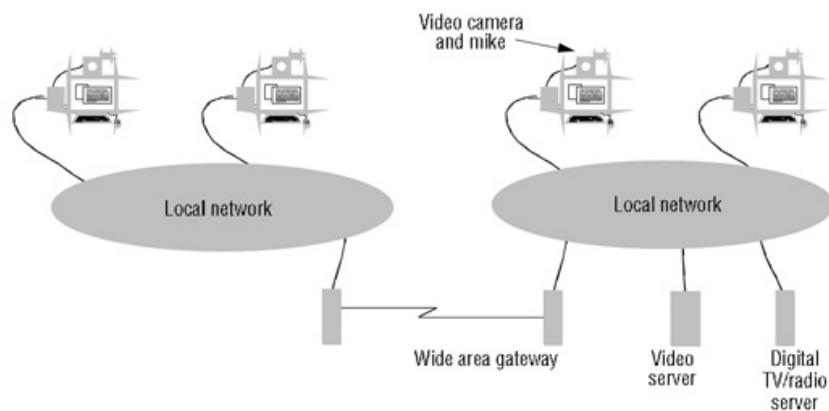
Aplikasi multimedia menuntut pengiriman tepat waktu terhadap aliran data multimedia kepada pengguna akhir. Streaming audio dan video yang dihasilkan dan dinikmati secara real time dengan pengiriman tepat waktu dari masing-masing komponen (sampel audio, frame video) sangatlah penting bagi integritas aplikasi. Singkatnya, sistem multimedia adalah sistem yang real-time: mereka harus melaksanakan tugas dan memberikan hasil yang sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan secara external. Sejauh mana hal ini dicapai beserta sistem yang mendasarinya dikenal sebagai **Quality of Service (QoS)**.

Walaupun masalah desain sistem real-time sudah diteliti sebelum munculnya sistem multimedia dan banyak sistem real-time tersebut yang telah berhasil dikembangkan [Kopetz dan Verissimo 1993], mereka tidak secara umum diintegrasikan dalam sistem operasi dan jaringan untuk berbagai keperluan umum. Sifat tugas yang dilakukan oleh sistem ini adalah real-time, seperti yang diterapkan dalam sistem penerbangan, kontrol lalu lintas udara, pengendalian proses pabrik dan telepon switching, berbeda dari yang dilakukan di aplikasi multimedia. Yang pertama biasanya berhubungan dengan jumlah data yang relatif kecil dan dengan tenggat waktu yang tidak ada toleransi, kegagalan untuk memenuhi tenggat waktu pun dapat berakibat serius. Dalam kasus tersebut, solusi telah diadopsi untuk menentukan sumber daya komputasi dan untuk mengalokasikan mereka pada jadwal yang telah ditentukan untuk menjamin agar persyaratan yang terburuk akan selalu terpenuhi.

Rencana alokasi dan penjadwalan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan aplikasi multimedia dan aplikasi lain disebut sebagai **manajemen kualitas layanan** (*Quality of Service Management*). Sebagian besar sistem operasi dan jaringan saat ini tidak termasuk ke dalam fasilitas manajemen QoS yang diperlukan untuk mendukung aplikasi multimedia.

Aplikasi multimedia memerlukan pemrosesan dan transmisi berkelanjutan dari besarnya aliran data dengan bandwidth yang tinggi dan dengan tenggat waktu yang rapat (misalnya ada Batas waktu penyerahan setiap video frame ke tujuannya), tetapi konsekuensi dari kegagalan menjadi kurang serius - sebagian kecil meleset dari tenggat waktu sering dapat ditoleransi. Konsekuensi dari kegagalan untuk memenuhi tenggat waktu pada aplikasi multimedia dapat menjadi serius, terutama di lingkungan komersial seperti layanan video-on-demand, aplikasi konferensi bisnis dan layanan medis di tempat terpencil, tetapi persyaratannya sangat jauh berbeda dari aplikasi real-time lainnya:

- Aplikasi Multimedia sering didistribusikan dan beroperasi dalam lingkungan komputasi terdistribusi. Oleh karena itu mereka bersaing dengan aplikasi terdistribusi lainnya dalam hal bandwidth jaringan dan sumber daya komputasi pengguna pada workstation dan server.



Gambar 14.1. Sistem Multimedia Terdistribusi

- Sumber daya aplikasi multimedia adalah dinamis. Video Konferensi akan memerlukan lebih banyak atau lebih sedikit bandwidth jaringan ketika jumlah peserta bertambah atau berkurang. Penggunaan sumber daya komputasi pada setiap pengguna workstation

juga akan berbeda, karena, misalnya, jumlah video stream yang harus ditampilkan bervariasi. Aplikasi multimedia mungkin melibatkan variabel lain atau beban intermiten. Sebagai contoh, kuliah multimedia mungkin termasuk aktivitas simulasi yang memerlukan sumberdaya prosesor yang intensif.

- Pemakai sering berharap untuk menyeimbangkan penggunaan sumber daya aplikasi multimedia dengan kegiatan lainnya. Jadi mereka mungkin bersedia untuk mengurangi tuntutan mereka terhadap bandwidth video dalam aplikasi konferensi untuk memungkinkan terpisahnya suara percakapan agar dapat terus diproses, atau mereka mungkin ingin menggunakan pengembangan program atau kegiatan menggunakan pengolah kata untuk tetap bias berhubungan sementara mereka berpartisipasi dalam konferensi.

Sistem manajemen QoS dimaksudkan untuk memenuhi semua kebutuhan ini, mengelola sumber daya yang tersedia secara dinamis dan menyediakan alokasi yang beragam sebagai respons terhadap perubahan tuntutan dan prioritas pengguna. Sebuah sistem manajemen QoS harus mengelola semua perhitungan dan komunikasi sumber daya yang dibutuhkan untuk memperoleh, memproses dan mentransmisikan aliran data multimedia, terutama ketika sumber daya dipergunakan bersama antara beberapa aplikasi. Gambar 1 menunjukkan sistem multimedia terdistribusi mampu mendukung berbagai aplikasi seperti video conferencing dan menyediakan akses untuk menyimpan video secara terurut, siaran TV dan radio digital. Sumber daya yang diperlukan QoS meliputi manajemen bandwidth jaringan, siklus prosesor dan kapasitas memory. Bandwidth system penyimpanan pada server video mungkin juga untuk dimasukkan. Kita akan mengadopsi istilah generik **resource bandwidth** untuk merujuk pada kapasitas sumber daya perangkat keras (jaringan, prosesor pusat, subsistem disk) untuk mengirimkan atau memproses data multimedia.

Dalam sebuah sistem terdistribusi terbuka, aplikasi multimedia dapat dimulai dan digunakan tanpa diawali dengan pengaturan. Beberapa aplikasi dapat berjalan secara berdampingan dalam jaringan yang sama dan bahkan pada komputer/workstation yang sama. Kebutuhan terhadap manajemen QoS kemudian meningkat terlepas dari jumlah total sumber daya bandwidth atau kapasitas memori dalam sistem. Manajemen QoS diperlukan untuk *menjamin* aplikasi akan dapat memperoleh kuantitas sumber daya yang diperlukan sepanjang waktu yang dibutuhkan, bahkan ketika aplikasi lain bersaing untuk menggunakan sumber daya yang ada.

Beberapa aplikasi multimedia yang telah didistribusikan bahkan dengan menggunakan QoS saat ini – lingkungan komputasi dan jaringan yang kurang memadai. Termasuk di antaranya:

**Multimedia berbasis web:** Adalah aplikasi yang memberikan upaya terbaik akses kepada: aliran data audio dan video yang dipublikasikan melalui Web. Mereka telah berhasil menyelenggarakannya ketika tidak diperlukan sinkronisasi aliran data ke lokasi yang berbeda-beda. Kinerjanya terkendala oleh terbatasnya bandwidth dan variabel latency yang ada pada jaringan saat ini dan oleh ketidakmampuan sistem operasi saat ini untuk mendukung penjadwalan sumber daya secara real-time. Untuk audio dan video berkualitas rendah, penggunaan buffering yang lebar di tempat tujuan untuk menyediakan variasi bandwith dan latensi menghasilkan tampilan video yang mulus tapi dengan penundaan (delay) sumber-ke-tujuan yang mencapai beberapa detik.

**Telepon jaringan dan audio conference:** Jenis aplikasi yang relatif rendah dalam persyaratan bandwidth, terutama bila teknik kompresi yang digunakan efisien. Tetapi, sifatnya yang interaktif membutuhkan waktu penundaan round-trip yang rendah dan hal ini tidak selalu dapat dicapai.

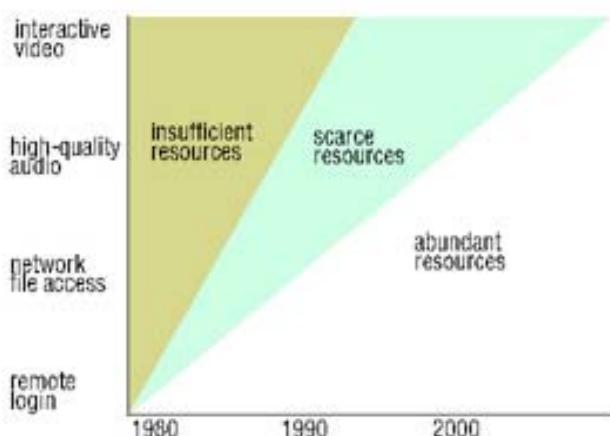
*Layanan video on demand:*

Pasokan informasi video dalam bentuk digital: mengambil data dari sistem penyimpanan online yang besar dan mengirimkannya ke layar pengguna. Bentuk ini cukup berhasil ketika bandwidth pada jaringan terdedikasi cukup tersedia dan ketika video server dan stasiun penerimanya terdedikasi. Bentuk ini juga menggunakan buffering yang cukup besar di tempat tujuan.

Aplikasi yang sangat interaktif dapat menimbulkan masalah yang jauh lebih besar. Banyak aplikasi multimedia yang bersifat kooperatif (melibatkan beberapa user sekaligus) dan sinkron

(memerlukan kegiatan pengguna yang akan dikoordinasikan). Mereka melibatkan berbagai spektrum dalam hal konteks dan skenario aplikasi. Contoh:

- Sebuah video konferensi sederhana yang melibatkan dua atau lebih pengguna, masing-masing menggunakan workstation yang dilengkapi dengan kemampuan untuk menjalankan kamera video digital, mikrofon, output suara dan layar video. Perangkat lunak aplikasi sederhana yang mendukung telekonferensi secara luas telah tersedia [CU-SeeMe, Netmeeting, Viz], namun performanya sangat dibatasi oleh kemampuan komputer dan lingkungan jaringan saat ini.
- Sebuah fasilitas panggung latihan dan pergelaran musik yang memungkinkan musisi di berbagai lokasi dapat tampil di sebuah ensemble [Konstantas et al. 1997]. Ini adalah sebuah aplikasi multimedia dengan kebutuhan khusus karena membutuhkan sinkronisasi yang begitu ketat.



Gambar 14.2. The “Window of Scarcity” menampilkan sumberdaya komputasi dan komunikasi.

Aplikasi seperti ini membutuhkan:

**Low Latency Communication** (*Komunikasi dengan Latency yang Rendah*): Penundaan Round trip <100 ms, sehingga interaksi antara pengguna dapat ditampilkan secara sinkron.

**Synchronous Distributed State** (*Keadaan Terdistribusi yang Sinkron*): Jika salah satu pemakai menghentikan sebuah video pada satu frame, pengguna lain harus melihat video itu berhenti pada frame yang sama.

**Media Synchronisation** (*Sinkronisasi Media*): Semua peserta dalam pertunjukan musik harus mendengar pergelaran kira-kira pada waktu yang sama (Konstantas et al. [1997] persyaratan yang telah diidentifikasi untuk sinkronisasi adalah dalam waktu 50 ms). Pemisahan jalur suara dan video stream harus dapat memelihara 'lip sync', misalnya komentar langsung oleh pengguna dalam siaran video, atau sesi Karaoke terdistribusi.

**External Synchronisation** (*Sinkronisasi eksternal*): Dalam aplikasi konferensi dan aplikasi kooperatif lainnya, terdapat kemungkinan data yang aktif dalam format lain, seperti animasi yang dihasilkan komputer, data CAD, papan tulis elektronik, dokumen bersama. Update pada sistem ini harus dapat didistribusikan dan ditindaklanjuti dalam cara yang mungkin setidaknya dapat disinkronkan dengan aliran data multimedia yang berbasis waktu.

Beberapa aplikasi ini akan berjalan dengan baik hanya dalam sistem yang melibatkan skema pengelolaan QoS yang ketat.

**Jendela kelangkaan** ; Banyak sistem komputer saat ini yang memiliki kemampuan untuk menangani data multimedia, tetapi sumber daya yang diperlukan masih sangat terbatas. Terutama ketika berurusan dengan data stream audio dan video berukuran besar, banyak sistem yang dibatasi dalam kuantitas dan kualitas stream yang dapat didukung. Situasi ini digambarkan sebagai jendela kelangkaan [Anderson et al. 1990b]. Sementara kelas tertentu dari aplikasi berada dalam jendela ini, sistem perlu untuk mengalokasikan dan menjadwalkan sumber dayanya dengan hati-hati dengan tujuan untuk menyediakan layanan yang dikehendaki (lihat Tabel 14.1). Sebelum jendela kelangkaan tercapai, sebuah sistem memiliki sumber daya yang tidak memadai untuk menjalankan aplikasi yang relevan. Ini

adalah situasi untuk aplikasi multimedia sebelum pertengahan tahun delapan puluhan. Sekali kelas aplikasi telah meninggalkan jendela kelangkaan, kinerja sistem akan cukup kuat untuk menyediakan layanan bahkan dalam keadaan yang merugikan dan tanpa mekanisme penyesuaian.

Tabel 14.1. Characteristics of typical multimedia streams.

	Data rate (approximate)	Sample or frame	
		Size	Frequency
Telephone speech	64 Kbits/sec	8 bits	8,000/sec
CD-quality sound	1,400 Kbits/sec	16 bits	44,000/sec
Standard TV video (uncompressed)	120 Mbits/sec	up to 640 x 480 pixels x 16 bits	24/sec
Standard TV video (MPEG-1 compressed)	1.5 Mbits/sec	variable	24/sec
HDTV video (uncompressed)	1,000–3,000 Mbits/sec	up to 1920 x 1080 pixels x 24 bits	24–60/sec
HDTV (MPEG-2 compressed)	10–30 Mbits/sec	variable	24–60/sec

Kemungkinan aplikasi multimedia akan tetap berada di jendela kelangkaan ini untuk beberapa tahun mendatang. Kemajuan dalam kinerja sistem kemungkinan akan digunakan untuk meningkatkan kualitas data multimedia, untuk melibatkan frame rate yang lebih tinggi dan resolusi yang lebih besar pada video stream atau untuk mendukung banyak media stream sekaligus, misalnya dalam sistem video konferensi. Lebih menuntut aplikasi, termasuk di antaranya virtual reality dan manipulasi stream secara real-time ("efek khusus") dapat memperluas jendela kelangkaan menjadi hampir tak terbatas.

Pada Subbab 14.2 kita akan membahas karakteristik data multimedia. Subbab 14.3 akan menggambarkan pendekatan terhadap alokasi sumber daya yang tidak memadai untuk mencapai QoS dan Subbab 14.4 membahas mengenai metoda penjadwalan. Subbab 14.5 membahas metode untuk mengoptimalkan aliran data dalam sistem multimedia. Subbab 14.6 menggambarkan Tiger Video Server, sebuah sistem terukur dengan biaya rendah untuk menyiarkan video stream yang telah tersimpan kepada sejumlah besar klien secara bersamaan.

## 14.2. Karakteristik Data Multimedia

Kita harus mengacu pada data video dan audio sebagai data yang kontinyu/berkelanjutan dan berbasis waktu. Bagaimana kita bisa mendefinisikan karakteristik ini dengan lebih tepat? Istilah 'berkelanjutan' dalam hal ini lebih merujuk pada bagaimana pengguna melihat data. Secara internal, media terus menerus ditampilkan sebagai rangkaian dari nilai-nilai diskrit yang satu menggantikan yang lain sepanjang waktu. Sebagai contoh, tampilan dari suatu rangkaian gambar berganti 25 kali dalam setiap detik untuk memberi tampilan yang sama dengan kualitas TV – dari sebuah adegan bergerak; nilai amplitudo suara berganti 8.000 kali per detik untuk menyampaikan suara dengan kualitas telepon.

Multimedia streams adalah berdasarkan waktu (atau isochronous) karena elemen data berjangka seperti audio dan video stream menentukan semantik atau 'isi' dari aliran data. Waktu di mana nilai-nilai dimainkan atau direkam dapat mempengaruhi validitas data. Dengan demikian sistem yang mendukung aplikasi multimedia perlu untuk menjaga waktu ketika mereka sedang menangani data kontinyu.

Multimedia stream seringkali berukuran besar. Oleh karena itu sistem yang mendukung aplikasi multimedia membutuhkan kemampuan untuk memindahkan data dengan ukuran yang lebih besar daripada sistem konvensional.

Gambar 3 memperlihatkan beberapa kecepatan data tertentu dan frekuensi frame/sampel. Kami mencatat bahwa sumberdaya bandwith untuk beberapa kebutuhan sangatlah besar. Terutama untuk video dengan kualitas yang baik. Sebagai contoh, aliran data untuk TV standar memerlukan lebih dari 120 Mbits / detik, yang melebihi kapasitas dari jaringan Ethernet 100 Mbit / detik. Kapasitas CPU juga ikut terkuras; sebuah program yang menerapkan salinan atau transformasi data sederhana untuk setiap frame dari video streaming TV standar memerlukan setidaknya 10% dari kapasitas CPU pada PC 400 MHz. Gambaran angka-angka ini untuk video stream pada televisi definisi tinggi bahkan lebih tinggi lagi, dan dalam banyak aplikasi, seperti konferensi video, ada kebutuhan untuk menangani beberapa video dan audio stream secara bersamaan. Penggunaan system kompresi oleh karenanya menjadi penting, meskipun transformasi seperti video mixing tetap sulit untuk diterapkan pada aliran data yang terkompresi.

Kompresi dapat mengurangi kebutuhan bandwith dengan perbandingan antara 1/10 hingga 1/100, akan tetapi jadwal waktu yang dibutuhkan dari data kontinu tidak akan terpengaruh. Para ahli telah melakukan penelitian intensif dan kegiatan standardisasi yang bertujuan untuk menghasilkan tampilan yang efisien, berdayaguna, dan metoda kompresi untuk

multimedia data stream. Kerja keras mereka telah menghasilkan berbagai format data terkompresi seperti GIF, TIFF dan JPEG untuk gambar diam, dan MPEG-1, MPEG-2 dan MPEG-4 untuk data video. Beberapa sumber lain, misalnya [Buford 1994] dan [Gibbs dan Tschritzis 1994] memberikan tinjauan mengenai jenis media, representasi dan standar, serta halaman-halaman Web [Szentivanyi 1999] sebagai sumber referensi tambahan untuk dokumentasi pada multimedia dengan standar yang berlaku saat ini.

Meskipun penggunaan data video dan audio terkompresi dapat mengurangi kebutuhan bandwidth dalam jaringan komunikasi, namun hal ini secara substansial dapat memberikan beban tambahan pada sumber daya pemrosesan baik pada computer sumber maupun pada computer tujuan. Pemrosesan ini telah sering dipasok melalui penggunaan perangkat keras khusus untuk memproses dan mengirimkan data video dan audio - video dan audio coders / decoders (Codec) ditemukan pada kartu video yang diproduksi untuk komputer pribadi. Namun, meningkatkan kekuatan prosesor pusat pada komputer pribadi dan arsitektur multiprosesor kemungkinan besar akan memungkinkan untuk melakukan banyak pekerjaan dalam perangkat lunak ini dengan menggunakan filter untuk coding dan decoding. Pendekatan ini menawarkan fleksibilitas yang lebih besar dengan dukungan yang lebih baik untuk format data pada aplikasi tertentu, aplikasi untuk tujuan khusus secara logis dan simultan menangani beberapa media stream sekaligus.

Metode kompresi yang digunakan untuk format video MPEG adalah asimetris, dengan algoritma kompresi yang kompleks dan dekompresi yang sederhana. Hal ini ditujukan untuk membantu penggunaannya pada desktop conferencing, dimana kompresi ini sering dilakukan oleh hardware Codec, tapi dekompresi dari beberapa stream yang dilakukan di masing-masing komputer pengguna dilakukan oleh perangkat lunak, sehingga jumlah peserta konferensi dapat berbeda tanpa memperhatikan jumlah Codec yang ada pada masing-masing komputer pengguna.

### 14.3. Manajemen QoS (Manajemen Kualitas Layanan)

---

Ketika menjalankan aplikasi multimedia di jaringan komputer pribadi mereka bersaing untuk mendapatkan sumber daya di workstation menjalankan aplikasi (prosesor siklus, siklus bus, kapasitas buffer) dan dalam jaringan (link transmisi fisik, switch, gateway). Ada persaingan antara multimedia dan aplikasi konvensional, antara aplikasi multimedia yang berbeda dan bahkan antara media stream dalam aplikasi individu.

Penggunaan bersama sumber daya fisik untuk berbagai tugas dengan multi-tasking sistem operasi dan jaringan bersama telah lama diterapkan. Dalam multi-tasking sistem operasi prosesor pusat dialokasikan untuk tugas individu (atau proses) dalam Round-robin atau skema penjadwalan lain yang berbagi sumber daya pada pengolahan terbaik dasar usaha di antara semua tugas saat ini bersaing untuk prosesor pusat.

Jaringan yang dirancang untuk memungkinkan pesan dari sumber yang berbeda untuk *interleaved* sehingga terdapat banyak saluran komunikasi virtual pada kanal fisik yang sama. Terutama pada teknologi jaringan area lokal, Ethernet, mengelola medium transmisi dalam penggunaan secara bersama. Namun dapat terjadi tabrakan antar paket dan ketika hal itu terjadi mereka melakukan pengiriman ulang dengan menunggu selama periode *backoff* secara acak untuk mencegah tabrakan berulang. Tumbukan cenderung terjadi ketika jaringan sangat sibuk dan skema ini tidak dapat memberikan jaminan mengenai bandwidth atau latency.

Fitur kunci dari skema alokasi sumber daya ini adalah bahwa mereka menangani kenaikan permintaan dengan menyebarkan sumber daya yang tersedia. Round-robin dan cara lain untuk berbagi metode siklus prosesor dan bandwidth jaringan tidak dapat memenuhi kebutuhan aplikasi multimedia. Sebagaimana telah kita lihat, waktu pemrosesan yang tepat dan transmisi aliran multimedia sangat penting. Informasi yang terlambat menjadi tidak berharga. Dalam rangka untuk mencapai pengiriman tepat waktu, aplikasi perlu jaminan bahwa sumber daya yang diperlukan akan dialokasikan dan dijadwalkan pada waktu yang diperlukan.

Pengelolaan dan alokasi sumber daya untuk memberikan jaminan adalah disebut sebagai layanan kualitas manajemen. Gambar 14.4 menunjukkan infrastruktur komponen untuk konferensi multimedia yang sederhana aplikasi yang berjalan pada dua pribadi komputer, perangkat lunak menggunakan kompresi data dan konversi format. Kotak putih komponen perangkat lunak mewakili kebutuhan sumber daya yang dapat mempengaruhi kualitas layanan dari aplikasi.

Dalam mengatur QoS terdapat dua sub-tugas:

- Negosiasi kualitas layanan. Aplikasi mengindikasikan kebutuhan sumber daya kepada manajer QoS. Manajer QoS mengevaluasi kelayakan memenuhi persyaratan terhadap sumber daya database yang tersedia saat ini dan sumber daya memiliki komitmen untuk memberikan respons positif atau negatif.
- Admission control. Jika hasil evaluasi sumber daya positif, sumber daya yang diminta akan dilindungi undang-undang dan aplikasi diberi Resource Kontrak. Kontrak

mencakup batas waktu. Aplikasi ini bebas untuk dijalankan. Untuk mengubah sumber daya harus sepengetahuan QoS Manager. Jika persyaratan mengalami penurunan, sumber daya yang dirilis akan kembali ke database sebagai sumber daya yang tersedia. Jika meningkat, putaran baru negosiasi dan kontrol pendaftaran dimulai.

Pada bagian berikut kami akan menjelaskan teknik-teknik untuk melakukan hal-hal di atas secara rinci. Untuk aplikasi sedang berjalan, ada kebutuhan untuk penjadwalan prosesor, sumber daya seperti waktu, dan bandwidth jaringan untuk memastikan bahwa *real-time* proses akan menerima sumber daya yang dialokasikan untuknya.

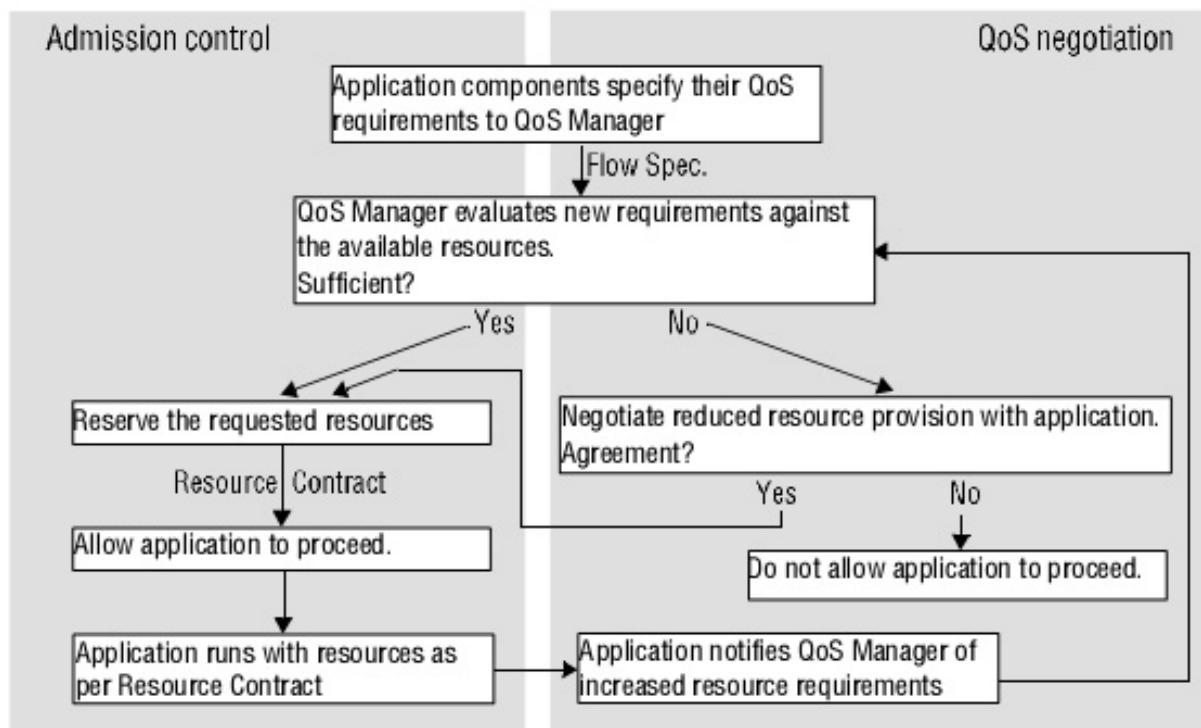
#### 14.3.1 Negosiasi QoS

---

Negosiasi QoS dilakukan antara aplikasi dan sistem yang mendasarinya. Sebuah aplikasi harus menyampaikan persyaratan QoS kepada QoS Manager. Hal ini dilakukan dengan mentransmisikan satu set parameter. Tiga parameter di antaranya adalah parameter utama untuk mengatur pengolahan dan pengiriman multimedia stream, yakni: bandwidth, latency, dan tingkat penurunan kualitas.

- **Bandwidth:** Bandwidth dari sebuah multimedia stream atau komponen multimedia adalah besaran di mana data akan mengalir melewatkinya.
- **Latency:** Latency adalah waktu yang diperlukan oleh elemen data individual untuk bergerak melalui arus dari sumber ke tujuan. Tentu saja bisa bervariasi tergantung pada volume data lain dalam sistem dan karakteristik lain dari sistem yang membebani. Variasi ini disebut dengan jitter - resminya, jitter adalah turunan pertama dari latency.
- **Loss Rate (Tingkat Kegagalan):** Karena pengiriman data multimedia terakhir tidak memiliki nilai, maka elemen-elemen data akan berhenti apabila tidak dimungkinkan untuk mengirimkan mereka sebelum waktu pengiriman terjadwal. Dalam lingkungan QoS yang dikelola secara sempurna, hal ini tidak akan pernah terjadi. Selanjutnya, usaha sumber daya untuk menjamin pengiriman yang tepat waktu untuk setiap elemen media seringkali tidak dapat diterima - kemungkinan untuk melibatkan sumber daya yang disiapkan jauh melebihi kebutuhan rata-rata untuk sekali-sekali menghadapi

kendala. Alternatif yang diadopsi adalah untuk menerima tingkat kerugian data - frame video yang hilang atau penurunan sampel audio. Rasio yang dapat diterima biasanya diupayakan untuk tetap rendah – jarang sekali melebihi 1% dan jauh lebih rendah lagi untuk aplikasi yang kritis terhadap kualitas.



Gambar 14.4. Negosiasi QoS

Tiga parameter tersebut dapat digunakan untuk:

- Menggambarkan karakteristik aliran data multimedia dalam sebuah lingkungan tertentu. Sebagai contoh, sebuah video stream mungkin memerlukan bandwidth rata-rata 1,5 Mbits/detik dan karena bandwidth ini digunakan dalam aplikasi konferensi yang perlu ditransfer dengan waktu penundaan maksimum 150 ms untuk menghindari jeda pada percakapan. Algoritma dekompresi digunakan pada target yang mungkin masih menghasilkan gambar dengan kualitas yang baik dengan loss rate (tingkat kerugian) 1 frame dari 100.

- Menggambarkan kemampuan sumber daya untuk mengirimkan data multimedia. Sebagai contoh, pada sebuah jaringan dapat menyediakan koneksi dengan bandwidth sebesar 64 Kbits/detik, dengan algoritma antrian menjamin keterlambatan kurang dari 10 ms dan sistem transmisi dapat menjamin loss rate yang lebih kecil dari 1 dalam  $10^6$ .

Parameter-parameter tersebut saling memiliki ketergantungan. Contoh:

- Loss rate dihasilkan dari buffer overflow dan dari data bergantung pada keterlambatan waktu. Oleh karena itu, solusinya adalah bandwidth dan penundaan yang lebih besar.
- Semakin kecil keseluruhan bandwidth dari suatu sumber daya dibandingkan dengan bebannya, maka semakin besar kemungkinan pesan akan terakumulasi di depannya dan semakin besar buffer untuk akumulasi ini diperlukan untuk menghindari kerugian. Semakin besar buffer, semakin besar kemungkinan pesan tersebut perlu menunggu pesan lain di depannya untuk dilayani – dengan demikian, semakin besar pula waktu penundaan.

**Menentukan parameter QoS untuk streaming:** Nilai-nilai parameter QoS dapat dinyatakan secara eksplisit (misalnya untuk streaming output dari kamera pada Gambar 4 kita mungkin memerlukan *bandwidth*: 50 Mbits / detik, *delay*: 150 ms, *loss-rate*: <1 frame per  $10^3$ ) atau secara implisit (misalnya bandwidth dari input stream untuk koneksi jaringan K adalah hasil dari penerapan kompresi MPEG-1 pada output kamera). Akan tetapi, semakin banyak kasus seperti ini adalah bahwa kita perlu menentukan suatu nilai dan berbagai variasi yang diperbolehkan. Sekarang, kita dapat mempertimbangkan kebutuhan untuk masing-masing parameter:

#### **Bandwidth:**

Sebagian besar teknik kompresi video menghasilkan streaming dengan frame yang berbeda ukuran tergantung pada konten pada video raw. Untuk MPEG, rata-rata rasio kompresinya antara 1:50 dan 1:100, tetapi ini akan bervariasi tergantung pada konten secara dinamis, misalnya, diperlukan bandwidth tertinggi ketika konten berubah paling cepat. Oleh karena itu, sering kali berguna untuk menuliskan parameter QoS sebagai nilai maksimum, minimum atau nilai rata-rata, tergantung pada jenis QoS manajemen yang akan digunakan.

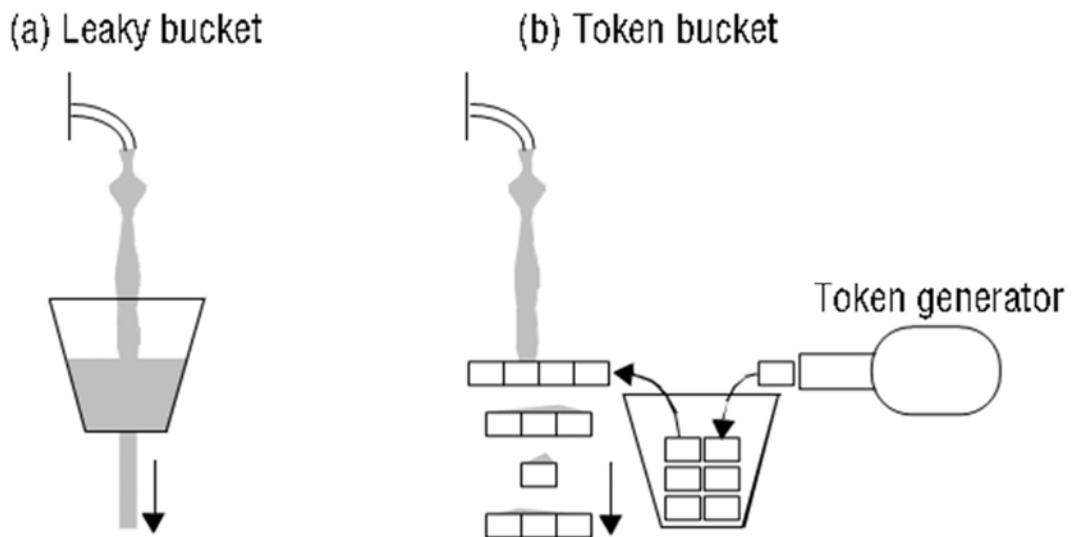
Masalah lain yang muncul dalam spesifikasi bandwidth adalah karakterisasi *burstiness*. Bandingkan tiga aliran dari 1 Mbits / s berikut. Pertama, satu stream mentransfer satu frame dengan kecepatan 1 Mbit setiap detik, yang kedua adalah sebuah stream asinkron dari elemen-elemen sebuah animasi yang dibangkitkan oleh komputer dengan bandwidth rata-rata dari 1 Mbit / s, ketiga mengirim suara dengan sampling 100 bit setiap mikrodetik. Ketiga stream ini memerlukan bandwidth yang sama, akan tetapi pola lalu lintas mereka sangatlah berbeda.

Salah satu cara untuk menjaga penyimpangan adalah dengan menentukan burst parameter (parameter ledakan) di samping frame rate dan ukuran frame. Parameter ledakan menentukan jumlah maksimum elemen-elemen media yang bisa datang lebih awal - yaitu, sebelum mereka harus tiba sesuai dengan jadwal normal. Model *Proses Kedatangan Terbatas-Linier* (LBAP: Linear-Bounded Arrival Processes) yang digunakan dalam [Anderson 1993] mendefinisikan jumlah maksimum pesan dalam sebuah stream selama setiap waktu Interval  $t$  dinyatakan sebagai  $Rt + B$  di mana  $R$  adalah rate dan  $B$  adalah ukuran maksimum burst. Keuntungan menggunakan model ini adalah bahwa model ini cukup baik untuk mencerminkan karakteristik sumberdaya multimedia: data multimedia yang dibaca dari disk biasanya dikirimkan dalam blok-blok besar dan data yang diterima dari jaringan sering kali datang dalam bentuk rangkaian paket-paket yang lebih kecil. Dalam kasus ini Burst Parameter mendefinisikan jumlah ruang buffer yang diperlukan untuk menghindari kegagalan.

### Latency:

Persyaratan Timing pada hasil multimedia di antaranya ada yang berasal dari stream itu sendiri: jika satu frame pada suatu stream tidak bisa diproses dengan kecepatan yang sama di tempat frame tersebut tiba, maka backlog akan dibangun dan kapasitas buffer akan terlampaui. Jika hal ini harus dihindari, maka sebuah frame harus berukuran rata-rata, tidak berada dalam buffer selama lebih dari  $1 / R$ , dimana  $R$  adalah frame rate dari stream. Jika backlogs terjadi, maka jumlah dan ukuran backlogs akan mempengaruhi angka maksimum penundaan ujung-ke-ujung dari suatu stream, di samping waktu pengolahan dan waktu propagasi. Persyaratan latensi lain muncul dari lingkungan aplikasi. Pada aplikasi conference, kebutuhan interaksi secara cepat akan muncul di antara para peserta membuatnya mutlak diperlukan untuk mencapai delay end-to-end yang tidak lebih dari 150 ms untuk menghindari kesalahan persepsi dalam percakapan. Sedangkan untuk memutar ulang video yang disimpan, pastikan respon sistem mencukupi

untuk menjalankan perintah seperti PLAY dan PAUSE, latency maksimum harus dalam ukuran 500 ms.



Gambar 14.5. Algoritma Leaky Bucket dan Token Bucket

Pertimbangan ketiga untuk waktu pengiriman data multimedia adalah *jitter* - variasi dalam periode waktu antara pengiriman dua frame yang berdekatan. Kebanyakan perangkat multimedia harus memastikan bahwa mereka dapat mempresentasikan data pada tingkat regulernya tanpa variasi, software presentasi (misalnya, dalam sebuah perangkat lunak decoder untuk video) perlu lebih berhati-hati untuk menghindari *jitter*. *Jitter* pada dasarnya dapat diselesaikan dengan buffering, akan tetapi ruang untuk penghapusan jitter dibatasi, karena total penundaan end-to-end dibatasi oleh pertimbangan tersebut di atas, maka pemutaran media juga memerlukan elemen-elemen media yang tiba sebelum jadwal yang ditetapkan.

#### Loss rate:

Tingkat Kegagalan adalah parameter QoS yang paling sulit untuk ditentukan. Nilai Tingkat Kegagalan umumnya dihasilkan dari perhitungan probabilitas tentang buffer overflow dan waktu

tunda (delay). Perhitungan ini juga didasarkan pada asumsi terburuk atau berdasarkan pada standar distribusi. Semuanya ini tidak selalu cocok untuk situasi praktis.

Namun, spesifikasi Tingkat Kegagalan diperlukan untuk menentukan parameter bandwidth dan latency: dua aplikasi mungkin memiliki karakteristik bandwidth dan latency yang sama; mereka akan terlihat jauh berbeda ketika satu aplikasi kehilangan satu dari setiap lima frame video dan yang lainnya hanya kehilangan satu di antara sejuta frame.

Seperti dengan spesifikasi bandwidth, di mana tidak hanya volume data yang dikirim dalam waktu Interval namun distribusinya melalui selang waktu tertentu menjadi penting, spesifikasi tingkat kegagalan membutuhkan penentuan interval waktu untuk memperkirakan tingkat kegagalan. Tingkat kegagalan tertentu, yang diberikan untuk rentang waktu yang tak terbatas adalah tidak berguna mengingat beberapa kegagalan dalam waktu yang singkat dapat melebihi tingkat kegagalan jangka panjang secara signifikan.

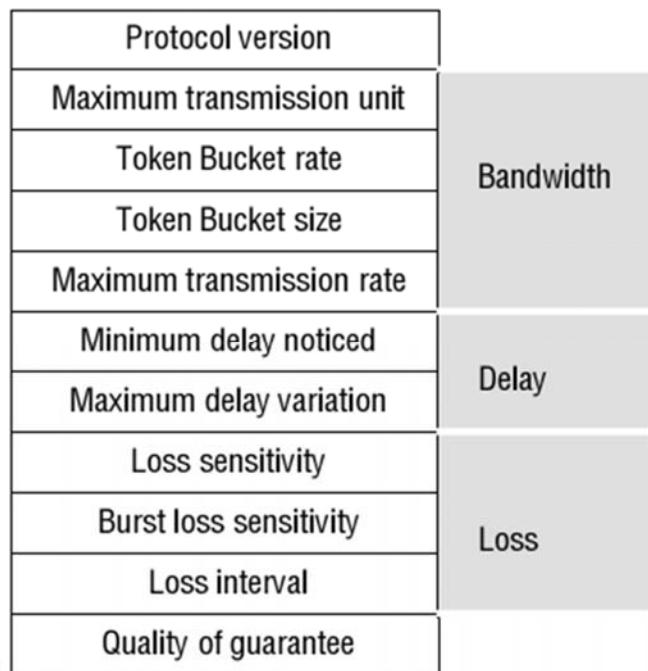
#### Traffic shaping:

Traffic Shaping adalah istilah untuk menggambarkan penggunaan output buffering untuk memperlancar aliran elemen-elemen data multimedia. Parameter bandwidth dari sebuah multimedia stream biasanya memberikan pendekatan idealis dari pola lalu lintas aktual yang akan terjadi ketika multimedia stream ditransmisikan. Semakin dekat pola lalu lintas aktual sesuai dengan deskripsi, maka semakin baik pula sistem akan mampu menangani lalu lintas, khususnya ketika menggunakan metode penjadwalan yang dirancang untuk permintaan periodik.

Pada model LBAP variasi bandwidth menghasilkan pengaturan *burstiness* (Ledakan) dari multimedia stream. Setiap aliran dapat diatur dengan menyisipkan sebuah buffer pada sumber dan dengan mendefinisikan sebuah metode yang membuat elemen data meninggalkan buffer. Sebuah contoh ilustrasi metode ini adalah gambar dari ember bocor (Gambar 7a): ember dapat diisi dengan air secara bebas sampai penuh; melalui kebocoran di bagian bawah ember, air akan mengalir terus menerus. Algoritma Ember bocor menjamin bahwa sebuah stream tidak akan pernah mengalir dengan kecepatan yang lebih tinggi dari  $R$ . Ukuran buffer  $B$  mendefinisikan ledakan/burst maksimum dapat dikenakan pada sebuah stream tanpa

kehilangan elemen-elemennya. **B** juga membatasi lama waktu untuk sebuah elemen untuk tetap berada dalam ember.

Algoritma *Leaky Bucket* benar-benar menghilangkan ledakan. Penghapusan seperti ini tidak selalu diperlukan selama bandwidth dibatasi pada setiap selang waktu. Algoritma Token Bucket mencapai hal ini dengan cara memungkinkan ledakan besar terjadi ketika stream telah berhenti selama beberapa saat (Gambar 7b). Ini adalah variasi dari algoritma leaky bucket di mana token mengirim data yang dibangkitkan pada kecepatan yang tetap  $R$ . Mereka dikumpulkan dalam bucket dengan ukuran  $B$ . Data dengan ukuran  $S$  hanya dapat dikirim jika paling tidak terdapat sejumlah  $S$  token dalam ember. Proses pengiriman akan menghilangkan  $S$  token ini. Algoritma Token bucket memastikan bahwa pada Interval  $t$  jumlah data yang dikirimkan tidak lebih besar dari  $Rt + B$ . Hal ini, adalah sebuah implementasi dari model LBAP.



#### Gambar 4. RFC 1363 Flow Spec.

Puncak **B** hanya terjadi dalam sistem ember token ketika stream berhenti beberapa saat. Untuk menghindari ledakan tersebut, ember bocor sederhana dapat ditempatkan di belakang ember token. Kecepatan aliran **F** dari ember ini harus lebih besar secara signifikan dibandingkan

dengan **R** pada skema ini agar masuk akal. Tujuannya adalah untuk memecah semburan yang benar-benar besar.

### **Spesifikasi Aliran:**

Sejumlah parameter QoS biasanya dikenal sebagai spesifikasi aliran, disingkat *flow spec*. Beberapa contoh *flow spec* ada dan semuanya serupa. Internet RFC 1363 [Partridge 1992], sebuah *flow spec* yang didefinisikan sebagai sebelas nilai numerik 16-bit (Gambar 8) yang mencerminkan parameter QoS yang dibahas di atas sebagai berikut ini:

- Satuan transmisi maksimum dan Kecepatan transmisi maksimum menentukan bandwidth maksimum yang diperlukan oleh stream.
- Ukuran dan Kecepatan Ember Token menentukan tingkat *burstiness* stream.
- Karakteristik delay ditentukan oleh delay minimum yang dapat dilihat pada sebuah aplikasi (karena kita ingin menghindari over-optimasi untuk penundaan pendek) dan jitter maksimum yang dapat menerima.
- Karakteristik Kegagalan ditentukan oleh total jumlah kegagalan yang dapat diterima pada interval tertentu dan jumlah maksimum kegagalan secara berturut-turut.

Ada banyak alternatif untuk mengekspresikan setiap kelompok parameter. Dalam SRP [Anderson et al. 1990a] *burstiness* dari sebuah stream diberikan oleh parameter *workahead* maksimum yang mendefinisikan jumlah data. Sebuah stream mungkin sampai lebih cepat daripada kecepatan regulernya pada titik waktu tertentu. Dalam [Ferrari dan Verma 1990] sebuah angka delay terburuk diberikan: jika sistem tidak dapat menjamin untuk dapat mentransmisikan data dalam rentang waktu ini, transportasi data akan tidak berguna untuk aplikasi. Dalam RFC 1190, spesifikasi protokol ST-II [Topolcic 1990], kegagalan direpresentasikan sebagai probabilitas untuk setiap paket yang hilang.

Contoh-contoh di atas memperlihatkan sebuah spektrum yang kontinu mengenai nilai-nilai QoS. Jika kumpulan aplikasi dan stream harus didukung secara terbatas, hal itu mungkin cukup untuk mendefinisikan sebuah diskrit set kelas QoS, misalnya, audio kualitas-telepon dan hi-fi, video siaran langsung dan video playback, dll. Persyaratan semua kelas harus diketahui secara implisit oleh semua komponen sistem; sistem bahkan mungkin dikonfigurasi bagi gabungan lalu lintas tertentu.

### **Prosedur negosiasi :**

Untuk aplikasi multimedia terdistribusi, komponen dari sebuah streaming kemungkinan besar akan ditempatkan di beberapa simpul. Akan ada manajer QoS pada masing-masing simpul. Sebuah pendekatan langsung pada negosiasi QoS adalah mengikuti aliran data sepanjang stream dari sumber hingga ke target. Sebuah komponen sumber memulai negosiasi dengan mengirimkan flow spec kepada manajer QoS lokal. Manajer dapat memeriksa melalui database yang tersedia mengenai sumber daya yang tersedia apakah QoS yang diminta dapat disediakan. Jika sistem lain terlibat dalam aplikasi, flow spec diteruskan ke node berikutnya mana sumber daya yang diperlukan. Flow spec melintasi seluruh simpul hingga sasaran akhir tercapai. Kemudian informasi apakah QoS yang diinginkan dapat disediakan oleh Sistem ini dilintaskan kembali ke sumbernya. Pendekatan negosiasi sederhana ini dapat memuaskan untuk berbagai tujuan, namun tidak mempertimbangkan kemungkinan konflik antara negosiasi QoS yang bersamaan yang dimulai pada node yang berbeda. Prosedur transaksi QoS yang terdistribusi akan diperlukan untuk solusi lengkap masalah ini.

Aplikasi jarang memiliki persyaratan QoS yang tetap. Alih-alih mengembalikan nilai Boolean apakah QoS tertentu dapat disediakan atau tidak, adalah lebih sesuai bagi sistem untuk menentukan jenis QoS apa yang dapat disediakan dan membiarkan aplikasi untuk memutuskan apakah itu dapat diterima. Untuk menghindari QoS yang over-optimize atau untuk membatalkan negosiasi jelaslah bahwa kualitas yang diinginkan tidak dapat dicapai, biasanya untuk menentukan nilai yang dikehendaki dan nilai terburuk untuk setiap parameter QoS. Setiap aplikasi dapat menetapkan kebutuhan bandwidth 1,5 Mbits / s, akan tetapi juga akan mampu menangani 1 Mbits / s atau bahwa delay maksimal harus 200 ms, akan tetapi ketika dalam keadaan terburuk menjadi 300 ms pun masih tetap dapat diterima. Sebagai satu-satunya parameter yang dapat dioptimalkan pada saat yang sama, HeiRAT [Vogt et al. 1993] harapan pengguna untuk mendefinisikan nilai-nilai hanya untuk dua parameter saja dan membiarkan sistem untuk mengoptimalkan parameter yang ketiga.

Jika sebuah stream memiliki beberapa jalur negosiasi yang tenggelam sesuai dengan aliran data, Sebagai perpanjangan langsung skema di atas, simpul-simpul yang berada di bagian tengah dapat agregat pesan umpan QoS dari target untuk menghasilkan nilai terburuk untuk parameter QoS. Bandwidth yang tersedia kemudian menjadi bandwidth paling kecil yang tersedia dari semua target, delay menjadi yang terpanjang dari semua target, dan tingkat kegagalan menjadi yang terbesar dari semua target. Ini adalah prosedur praktis bagi protokol negosiasi yang dimulai oleh pengirim seperti SRP, ST-II atau RCAP [Banerjea dan Mah 1991].

Pada situasi yang menggunakan target-target yang heterogen, biasanya tidak tepat untuk menugaskan QoS dengan kondisi terburuk untuk semua target. Sebaliknya, setiap target harus menerima QoS dengan kemungkinan terbaik. Hal ini akan membangkitkan proses negosiasi yang dimulai oleh penerima, bukan oleh pengirim. RSVP [Zhang et al. 1993] adalah sebuah alternatif protokol negosiasi QoS di mana target terhubung langsung dengan stream. Sumber data akan memberitahukan keberadaan stream dan karakteristik yang menyertainya ke semua target. Target kemudian dapat terhubung ke simpul-simpul terdekat melalui stream yang melewatkannya dan membangkitkan data. Agar mereka dapat memperoleh data dengan QoS yang tepat, maka digunakanlah teknik filtering(dibahas dalam Bagian 5).

#### 14.3.2 Kontrol Penerimaan (Admission Control)

---

Kontrol Penerimaan mengatur akses terhadap sumber daya untuk menghindari kelebihan beban dan untuk melindungi sumber daya dari permintaan yang tidak dapat dipenuhi. Melibatkan penolakan terhadap permintaan layanan yang kebutuhan sumber daya bagi sebuah multimedia stream baru yang dapat merusak multimedia streaming yang telah dijamin oleh QoS.

Skema kontrol penerimaan didasarkan pada beberapa pengetahuan tentang keseluruhan kemampuan sistem meliputi kapasitas dan beban yang ditimbulkan oleh masing-masing aplikasi. Spesifikasi kebutuhan bandwidth untuk aplikasi dapat mencerminkan jumlah maksimum bandwidth yang selalu dibutuhkan oleh aplikasi, bandwidth minimum diperlukan agar bisa berfungsi, atau nilai rata-rata di antara keduanya. Sejalan dengan itu, skema control penerimaan dapat berdasarkan pada alokasi sumber daya untuk setiap nilai-nilai tersebut.

Untuk sumber daya yang memiliki satu alokasi, kontrol penerimaan dilakukan secara langsung. Sumber daya yang memiliki jalur akses yang terdistribusi, seperti beberapa jaringan LAN, memerlukan satu kontrol penerimaan yang terpusat atau algoritma beberapa kontrol penerimaan yang terdistribusi untuk menghindari konflik antara beberapa control penerimaan yang bersamaan. Bus untuk arbitrase dalam workstation termasuk dalam kategori ini - namun, bahkan sistem multimedia yang melakukan alokasi bandwidth secara ekstensif tidak mengontrol bus penerimaan seperti halnya mengontrol bus bandwidth, tidak dianggap berada pada jendela kelangkaan.

#### Reservasi bandwidth

Cara yang umum untuk menjamin tingkat QoS tertentu untuk multimedia stream adalah dengan menyediakan sebagian dari bandwidth untuk digunakan secara eksklusif. Agar dapat memenuhi persyaratan stream di sepanjang waktu, pemesanan perlu dibuat untuk bandwidth maksimum. Ini adalah satu-satunya cara yang mungkin untuk memberikan jaminan QoS pada suatu aplikasi - setidaknya selama tidak terjadi kegagalan karena bencana. Contoh ini digunakan untuk aplikasi yang tidak dapat beradaptasi dengan tingkat QoS yang berbeda atau menjadi tidak berguna ketika terjadi penurunan kualitas. Contohnya mencakup beberapa aplikasi medis (sebuah penyakit dapat terlihat dalam sebuah video sinar-x hanya pada saat frame video tersebut rusak/cacat) dan rekaman video (di mana frame yang rusak/cacat akan menghasilkan cacat dalam rekaman yang akan selalu terlihat setiap kali video tersebut dimainkan).

Reservasi didasarkan pada persyaratan maksimum jika dilakukan secara langsung: jika kontrol akses ke jaringan bandwidth tertentu dinyatakan dengan  $B$ , multimedia stream  $s$  dari sebuah bandwidth  $bs$  dapat diterima selama  $\sum bs \leq B$ . Jadi, sebuah token ring dengan bandwidth 16 Mb/s dapat mendukung sampai dengan 10 stream video digital masing-masing dengan kecepatan 1,5 Mb/s.

Sayangnya, perhitungan kapasitas tidak selalu sesederhana seperti dalam kasus jaringan. Untuk mengalokasikan bandwidth CPU dengan cara yang sama membutuhkan eksekusi masing-masing proses aplikasi untuk diketahui. Akan tetapi, eksekusi waktu akan tergantung pada prosesor yang digunakan dan sering kali tidak dapat ditentukan secara tepat. Sementara beberapa usulan untuk perhitungan waktu eksekusi secara otomatis ada [Mok 1985], [Kopetz et al. 1989], tak satu pun dari mereka yang digunakan secara luas. Eksekusi waktu biasanya ditentukan melalui pengukuran yang seringkali memiliki margin kesalahan luas dan portabilitas yang terbatas.

Bagi media dengan encoding tertentu seperti MPEG, bandwidth yang dikonsumsi oleh aplikasi mungkin jauh lebih rendah dari bandwidth maksimum. Reservasi didasarkan pada kebutuhan maksimum yang kemudian dapat mengakibatkan bandwidth sumber daya yang terbuang: permintaan untuk penerimaan baru akan ditolak meskipun mereka bisa puas dengan bandwidth yang disediakan, tetapi sebenarnya tidak digunakan oleh aplikasi yang ada.

### Statistical multiplexing:

Karena potensi yang dimiliki oleh penggunaannya, biasanya sumber daya mendapatkan kelebihan pesanan. Jaminan yang dihasilkan, sering disebut jaminan statistik atau jaminan lunak adalah untuk membedakannya dari jaminan deterministik atau jaminan keras, yang hanya berlaku dengan beberapa tingkat kemungkinan (yang biasanya sangat tinggi). Jaminan statistik cenderung untuk memberikan pemanfaatan sumber daya yang lebih baik karena mereka tidak mempertimbangkan kasus terburuk. Tetapi seperti ketika alokasi sumber daya didasarkan pada kebutuhan rata-rata atau minimum, beban puncak yang terus-menerus dapat menyebabkan penurunan pada kualitas layanan; aplikasi harus dapat menangani penurunan kualitas ini.

Statistical Multiplexing didasarkan pada hipotesis bahwa untuk sejumlah besar stream, bandwidth yang diperlukan hampir konstan tanpa menghiraukan bandwidth individual pada masing-masing stream. Ini mengasumsikan bahwa ketika satu aliran mengirimkan data dalam jumlah besar, juga akan ada stream lain yang mengirimkan data dalam jumlah kecil dan secara keseluruhan kebutuhan akan seimbang. Namun, ini hanya kasus untuk stream yang tidak saling berhubungan.

Sebuah eksperimen [Leland et al. 1993] menunjukkan lalu lintas multimedia pada lingkungan yang sama tidak mematuhi hipotesis ini. Angka yang lebih besar pada stream yang bursty, menghasilkan lalu lintas yang masih tetap bursty. Istilah *self-similar* (serupa diri sendiri) telah diterapkan ke fenomena ini, yang berarti bahwa lalu lintas menunjukkan kesamaan bagi masing-masing stream di mana mereka digabungkan.

## 14.4. Manajemen Sumber Daya

---

Untuk memberikan tingkat QoS tertentu pada sebuah aplikasi multimedia, tidak hanya sistem yang membutuhkan sumber daya yang cukup (*kinerja*), akan tetapi juga dibutuhkan untuk membuat sumber daya ini dapat dipergunakan oleh aplikasi ketika dibutuhkan (*penjadwalan*).

### 14.4.1 Penjadwalan Sumberdaya

---

Proses harus memiliki sumber daya yang ditugaskan kepada mereka sesuai dengan prioritas. Penjadwalan sumberdaya menentukan prioritas proses berdasarkan kriteria tertentu. Penjadwalan CPU tradisional dalam bentuk sistem time-sharing sering mendasarkan prioritas

penugasan pada tingkat responsif dan keadilan: pekerjaan yang membutuhkan I/O yang intensif akan mendapatkan prioritas tinggi untuk menjamin tanggapan yang cepat terhadap permintaan pengguna, pekerjaan yang terikat pada CPU mendapatkan prioritas yang lebih rendah, dan secara keseluruhan, proses pada kelas yang sama akan diperlakukan sama.

Kedua kriteria tetap berlaku bagi sistem multimedia, tetapi adanya tenggang waktu untuk pengiriman masing-masing elemen data multimedia mengubah sifat penjadwalan. Algoritma penjadwalan real-time dapat diterapkan untuk masalah ini seperti yang akan dibahas di bawah ini. Karena sistem multimedia harus menangani media diskrit dan media kontinu, menjadi sebuah tantangan untuk memberikan pelayanan yang cukup bagi stream yang tergantung-waktu tanpa menyebabkan kekurangan akses bagi media diskrit dan aplikasi interaktif lainnya.

Metode penjadwalan perlu diterapkan untuk (dan dikoordinasikan untuk) semua sumber daya yang mempengaruhi kinerja aplikasi multimedia. Dalam skenario seperti ini, multimedia streaming akan diambil dari disk dan kemudian dikirim melalui jaringan ke sebuah stasiun target di mana dia akan disinkronkan dengan stream yang berasal dari sumber lain dan akhirnya akan ditampilkan. Sumber daya yang diperlukan dalam contoh ini meliputi disk, jaringan, dan CPU beserta memori dan bandwidth bus pada semua sistem yang terlibat.

### Fair Scheduling

Jika beberapa stream bersaing untuk sumber daya yang sama, perlu untuk mempertimbangkan keadilan dan untuk mencegah stream berperilaku buruk dengan mengambil terlalu banyak bandwidth. Sebuah pendekatan langsung untuk memastikan keadilan adalah dengan menerapkan penjadwalan round-robin untuk semua stream di kelas yang sama. Sedangkan dalam [Nagle 1987] sebuah metode tertentu diperkenalkan dengan berbasis paket-demi-paket, pada [Demers et al. 1989] metode yang digunakan berdasarkan pada bit-demi-bit dasar yang menyediakan keadilan yang lebih baik berkaitan dengan berbagai ukuran paket dan waktu kedatangan paket. Metode ini dikenal sebagai antrian yang adil (*fair queuing*).

Paket tidak bisa benar-benar dikirimkan berdasarkan bit-demi-bit, akan tetapi memberikan kecepatan frame tertentu, sehingga memungkinkan untuk menghitung setiap paket kapan seharusnya telah terkirim secara lengkap. Jika transmisi paket disusun berdasarkan pada perhitungan ini, satu berkas akan memiliki perilaku hampir sama seperti pada aktual round robin bit-demi-bit, kecuali ketika sebuah paket besar dikirim, mungkin akan memblokir pengiriman paket yang lebih kecil yang pasti akan lebih disukai dengan menggunakan skema

bit-demi-bit. Namun, tidak ada paket tertunda lebih panjang daripada waktu transmisi paket maksimum.

Semua dasar skema round-robin menetapkan bandwidth yang sama bagi setiap stream. Untuk mengambil bandwidth masing-masing stream ke dalam perhitungan, skema bit-demi-bit skema dapat diperpanjang sehingga untuk stream tertentu jumlah bit yang lebih besar dapat ditransmisikan per siklus. Metode ini disebut antrian tertimbang adil (*weighted fair queuing*).

### **Real-time Scheduling**

Beberapa algoritma penjadwalan waktu-nyata telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan penjadwalan CPU pada aplikasi seperti pengontrolan proses pada industri pesawat. Andaikan sumber daya CPU belum dialokasikan secara berlebihan (yang merupakan tugas Manajer QoS), mereka menetapkan timeslots pada CPU untuk serangkaian proses dengan cara yang memastikan mereka dapat menyelesaikan tugas tepat waktu.

Metode penjadwalan real-time tradisional sangat sesuai dengan model multimedia stream yang teratur dan kontinyu.

#### **Penjadwalan Earliest-Deadline-First (EDF : Mendahulukan tenggat waktu yang lebih awal)**

Sebuah EDF scheduler menggunakan tenggat waktu yang dikaitkan dengan masing-masing item pekerjaan untuk menentukan item berikutnya yang akan diproses: item dengan tenggat waktu paling awal akan diproses lebih dulu. Pada aplikasi multimedia, kita mengidentifikasi setiap elemen media pada suatu proses sebagai item pekerjaan. Penjadwalan EDF terbukti optimal untuk mengalokasikan sebuah sumber daya yang didasarkan pada kriteria waktu: jika ada jadwal yang memenuhi semua persyaratan waktu, penjadwalan EDF akan menemukannya [Dertouzos 1974]. Penjadwalan EDF memerlukan satu keputusan penjadwalan per pesan (yaitu per elemen multimedia). Akan lebih efisien untuk membuat penjadwalan berdasarkan pada elemen-elemen yang ada untuk waktu yang lebih lama.

**Penjadwalan dengan Rate-Monotonic (RM : Kecepatan yang tetap)** adalah teknik paling terkemuka untuk penjadwalan real-time dengan proses periodik. Prioritas penugasan streaming disesuaikan dengan tingkat kecepatan mereka: semakin tinggi tingkat item pekerjaan pada sebuah stream, semakin tinggi pula prioritas stream. Penjadwalan RM telah terbukti optimal untuk situasi yang hanya memanfaatkan bandwidth yang kurang dari 69% [Liu dan Layland

1973]. Menggunakan semacam skema alokasi, sisa bandwidth dapat diberikan kepada aplikasi non-real-time.

Untuk mengatasi lalu-lintas bursty real-time, dasar metode penjadwalan real-time harus disesuaikan untuk membedakan antara item pekerjaan media kontinu waktu-kritis dan non-kritis. Dalam [Govindan dan Anderson 1991] diperkenalkan penjadwalan tenggat waktu / workahead. Hal ini memungkinkan pesan dalam sebuah stream kontinu datang sebelum waktu ledakan, tetapi penerapan penjadwalan EDF pada sebuah pesan hanya pada waktu kedatangan regulernya.

#### 14.5. Adaptasi Stream

---

QoS tertentu tidak dapat dijamin atau hanya dapat dijamin dengan probabilitas tertentu. Aplikasi yang membutuhkannya beradaptasi terhadap perubahan tingkat QoS dan menyesuaikan dengan kinerjanya. Untuk media-kontinyu, penyesuaian diterjemahkan ke dalam berbagai tingkat kualitas media presentasi.

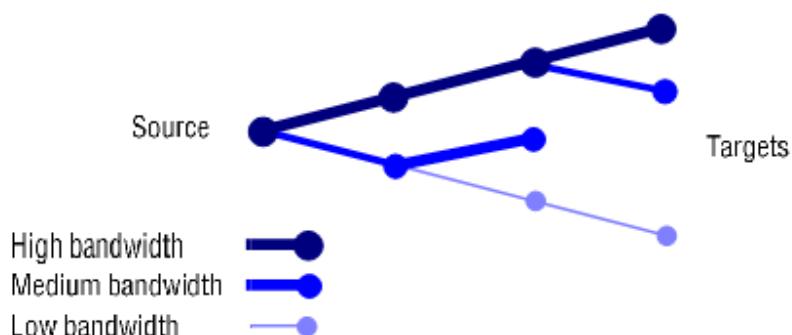
Bentuk yang paling sederhana adalah dengan memecahkan informasi ke dalam kepingan-kepingan yang lebih kecil. Ini mudah dilakukan pada audio stream di mana sampel independen satu sama lain, akan tetapi dapat segera diperhatikan oleh pendengarnya. Cara memecahkan informasi dalam sebuah video stream dapat dikodekan ke dalam Motion JPEG, di mana setiap frame yang berdiri sendiri dapat lebih ditoleransi. Mekanisme encoding MPEG, di mana setiap frame diterjemahkan tergantung pada nilai-nilai dari beberapa frame yang berdekatan, kurang dapat mengurangi kesalahan: Dibutuhkan waktu lebih lama untuk memperbaiki kesalahan dan mekanisme pengkodean pada kenyataannya dapat memperkuat kesalahan. Jika bandwidth tidak mencukupi dan data drop, keterlambatan pada stream akan meningkat seiring waktu. Untuk aplikasi yang non-interaktif, hal ini dapat diterima, meskipun akhirnya dapat menyebabkan buffer meluap sebagai data yang dikumpulkan antara sumber dan tempat pembuangannya. Untuk conferencing dan aplikasi interaktif lainnya, penundaan yang meningkat tidak dapat diterima, atau hanya ada dalam waktu yang singkat. Jika sebuah stream berada di belakang jadwal waktu yang ditugaskan, maka tingkat playout harus ditingkatkan

sampai kembali sesuai jadwal: sementara stream tertunda, frame harus dikeluarkan secepat mungkin.

#### 14.5.1 Scaling

Jika adaptasi dilakukan pada target stream, beban pada setiap hambatan dalam sistem ini tidak berkurang dan situasi kelebihan beban tetap terjadi. Sangat berguna untuk membuat stream beradaptasi terhadap bandwidth yang tersedia dalam sistem sebelum memasuki sebuah hambatan sumber daya. Hal ini dikenal dengan istilah scaling.

Scaling terbaik diterapkan bila live stream dikompresi. Untuk stream yang disimpan, hal ini tergantung pada metode kompresi, mudah untuk menghasilkan stream yang telah dikompresi. Scaling mungkin terlalu rumit jika seluruh stream harus mendekomprimasi dan dikodekan lagi hanya untuk tujuan scaling. Algoritma scaling adalah tergantung-media meskipun pendekatan scaling secara keseluruhan adalah sama: yakni untuk mengkompresi sinyal tertentu. Untuk informasi audio, kompresi tertentu dapat dilakukan dengan mengurangi kecepatan sampling audio.



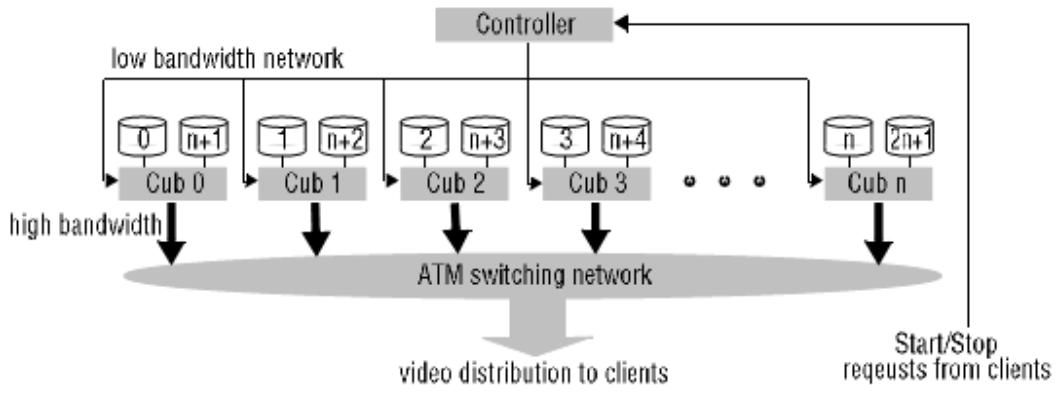
Juga dapat dilakukan dengan menghilangkan satu kanal dalam transmisi stereo. Contoh berikut ini menunjukkan, berbagai metode scaling dapat bekerja di berbagai tingkatan.

Untuk video, berikut metode scaling yang paling sesuai:

- **Temporal scaling** mengurangi resolusi stream video dalam domain waktu dengan menurunkan jumlah frame video yang dikirimkan dalam satu interval. Temporal scaling paling cocok untuk video stream di mana setiap frame dapat diakses secara independen. Teknik kompresi delta lebih sulit untuk menanganinya karena tidak semua frame dapat dengan mudah dihilangkan. Oleh karena itu, temporal scaling lebih cocok untuk Motion JPEG daripada MPEG stream.
- **Spatial scaling** mengurangi jumlah piksel dari setiap gambar dalam video stream. Untuk spasial scaling, susunan hirarkis sangat ideal karena video yang dikompresi segera tersedia dalam berbagai resolusi. Oleh karena itu, video bisa ditransfer melalui jaringan menggunakan resolusi yang berbeda tanpa pengkodean ulang. JPEG dan MPEG-2 mendukung spasial scaling dengan resolusi gambar yang berbeda dan sangat cocok untuk spasial scaling.
- **Frekuensi scaling** memodifikasi algoritma kompresi yang diterapkan pada gambar. Ini mengakibatkan penurunan kualitas, tetapi pada gambar umumnya, kompresi dapat meningkat secara signifikan sebelum penurunan kualitas gambar dapat jelas terlihat.
- **Amplitudinal scaling** mengurangi kedalaman warna untuk setiap pixel gambar. Scaling dengan metode ini, digunakan dalam encoding H.261 agar sampai pada kecepatan output yang konstan walaupun konten gambar bervariasi.
- **Colour Space** scaling dengan mengurangi jumlah entri dalam ruang warna. Satu cara untuk mewujudkan scaling ruang warna adalah mengubah gambar berwarna dengan menampilkannya dalam skala abu-abu.

Jelas, kombinasi metode penskalaan ini adalah mungkin.

Untuk melakukan scaling, sebuah sistem terdiri dari monitor untuk melihat proses di sisi target dan proses scaling pada sisi sumber. Monitor mencatat waktu kedatangan data. Ketika data mendapat penundaan, terdapat indikasi hambatan dalam sistem. Monitor kemudian mengirim pesan ke sumber untuk menurunkan skala dan mengurangi bandwidth dari stream. Setelah beberapa waktu, sumber dapat menaikkan skala stream kembali. Apabila hambatan masih terjadi, monitor akan kembali mendeteksi keterlambatan dan stream akan diturunkan skalanya [Delgrossi et al. 1993]. Masalah mendasar dari pendekatan scaling adalah untuk menemukan pemecahan masalah sendiri yang baik untuk menghindari operasi peningkatan skala yang tidak diperlukan dan untuk mencegah sistem dari pengulangan yang tak berhenti.



#### 14.5.2 Filtering

Filtering adalah metode yang memberikan QoS terbaik untuk masing-masing sasaran dengan menerapkan skala yang relevan pada setiap simpul di jalan dari sumber ke target. RSVP [Zhang et al. 1993] adalah contoh dari negosiasi QoS protokol yang mendukung penyaringan. Filtering mengharuskan sungai dapat dibagi menjadi seperangkat hierarkis sub-sungai, masing-masing menambahkan tingkat kualitas yang lebih tinggi. Kapasitas simpul di jalan menentukan jumlah sub-aliran menerima target. Semua sub-aliran disaring keluar sebagai dekat dengan sumber mungkin (mungkin bahkan pada sumbernya) untuk menghindari transfer data yang kemudian dibuang. Sebuah sub-stream tidak disaring pada pertengahan node jika suatu tempat hilir jalan ada yang dapat membawa seluruh sub-sungai.

# Daftar Pustaka

[Anderson 1993] Anderson, D.P. (1993), Meta-Scheduling for Distributed Continuous Media. ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 11, No. 3.

[Anderson et al. 1990a] Anderson, D.P., Herrtwich, R.G. and Schaefer, C.(1990), SRP – A Resource Reservation Protocol for Guaranteed-Performance Communication in the Internet. Technical Report 90-006, International Computer Science institute, Berkeley.

[Anderson et al. 1990b] Anderson, D.P., Tzou, S., Wahbe, R., Govindan, R. and Andrews, M. (1990), Support for Continuous Media in the DASH System. Tenth International Conference on Distributed Computing Systems, Paris.

[Banerjea and Mah 1991] Banerjea, A. and Mah, B.A. (1991), The Real-Time Channel Administration Protocol. Second International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video, Heidelberg.

[Bolosky et al. 1996] Bolosky, W., Barrera, J., Draves, R., Fitzgerald, R., Gibson, G., Jones, M., Levi, S., Myhrvold, N. and Rashid, R. (1996), The Tiger video fileserver, 6<sup>th</sup> NOSSDAV Conference, Zushi, Japan, April.

<http://www.research.microsoft.com/~bolosky/papers/>

[Bolosky et al. 1997] Bolosky, W., Fitzgerald, R. and Douceur, J. (1997), Distributed schedule management in the Tiger video fileserver, 16th ACM Symposium on Operating System Principles, pp. 212-223, St. Malo, France, October.

<http://www.research.microsoft.com/~bolosky/papers/>