



# Pertemuan 9

# KOMPRESI CITRA

- ❑ **Enkoder / Compresor** : software (atau hardware) yang mengkodekan data orisinal menjadi data terkompres
- ❑ **Dekoder / Decompresor** : software (atau hardware) yang mendekode data terkompres menjadi data orisinal
- ❑ **Codec** : software (atau hardware) yang yang mengkodekan dan mendekodekan data
- ❑ **Algoritma** : teknik yang digunakan dalam proses pengkodean/kompresi (Huffman, LZW- Lempel, Ziv, Welch)

**Contoh software kompresi: winzip, winrar, 7zip, IZArc, dll**



# Definisi/ Pengertian

**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

# Teknik kompresi citra

## **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.

# Teknik kompresi citra

Beberapa teknik lossy:

**Color reduction:** untuk warna-warna tertentu yang mayoritas dimana informasi warna disimpan dalam color palette.

**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.

**Transform coding:** menggunakan Fourier Transform seperti DCT.

**Fractal Compression:** adalah suatu metode lossy untuk mengompresi citra dengan menggunakan kurva fractal. Sangat cocok untuk citra natural seperti pepohonan, pakis, pegunungan, dan awan.

Fractal Compression bersandar pada fakta bahwa dalam sebuah image, terdapat bagian-bagian image yang menyerupai bagian bagian image yang lain.

Proses kompresi Fractal lebih lambat daripada JPEG sedangkan proses dekompresinya sama.



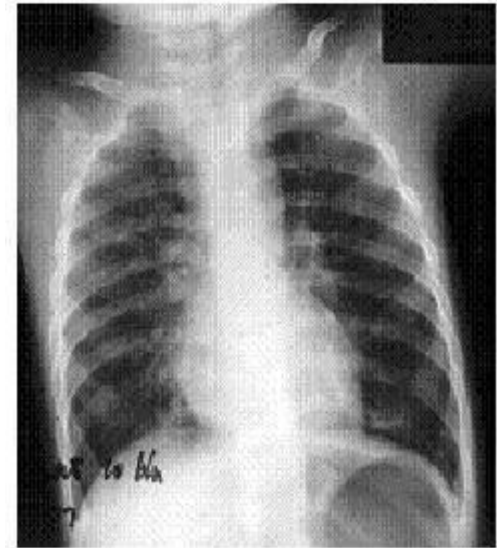
# Teknik kompresi citra

## **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)



Contoh Citra Medik



# Hal Penting dalam kompresi citra

- Scalability/Progressive Coding/Embedded Bitstream
  - ✓ Adalah 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.





# Hal Penting dalam kompresi citra

Tipe scalability:

**Quality progressive:** dimana image dikompres secara perlahan-lahan dengan penurunan kualitasnya

**Resolution progressive:** dimana image dikompresi dengan mengencode resolusi image yang lebih rendah terlebih dahulu baru kemudian ke resolusi yang lebih tinggi.

**Component progressive:** dimana image dikompresi berdasarkan komponennya, pertama mengencode komponen gray baru kemudian komponen warnanya.



# Hal Penting dalam kompresi citra

- **Region of Interest Coding:**

daerah-daerah tertentu diencode dengan kualitas yang lebih tinggi daripada yang lain.

- **Meta Information:**

image yang dikompres juga dapat memiliki meta information seperti statistik warna, tekstur, small preview image, dan author atau copyright information



# Pengukuran Error Kompresi

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.

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

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



# Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

Algoritma umum untuk kompresi image adalah:

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

<b>LL</b>	<b>HL</b>
<b>LH</b>	<b>HH</b>

**(a) Single Level Decomposition**

<b>LL</b>	<b>HL</b>	<b>HL</b>
<b>LH</b>	<b>HH</b>	
<b>LH</b>		<b>HH</b>

**(b) Two Level Decomposition**

LL	HL	HL	HL
LH	HH		
LH		HH	HH
LH		HH	

**(c) Three Level Decomposition**

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)



# Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

Pembagian bit-bit di dalam masing-masing bagian yang ada (**bit allocation**).

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.

Lakukan pengenkodingan untuk masing-masing bagian yang sudah dikuantisasi tadi dengan menggunakan teknik entropy coding (huffman dan aritmatik) dan menuliskannya ke dalam file hasil.





# Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

Sedangkan algoritma umum dekompresi image adalah:

1. Baca data hasil kompresi menggunakan entropy dekoder.
2. Dekuantisasi data.
3. Rebuild image.



# 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.



# Teknik Kompresi GIF

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.

LZW kurang baik digunakan dalam bilevel (hitam-putih) dan true color

Format file GIF:



# Teknik Kompresi GIF

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.



# 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 loseless dan mendukung:

Kedalaman warna 48 bit

Tingkat ketelitian sampling: 1,2,4,8, dan 16 bit

Memiliki alpha channel untuk mengontrol transparency

Teknik pencocokan warna yang lebih canggih dan akurat



# Teknik Kompresi JPG

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 2000

- Adalah pengembangan kompresi JPEG.
- Didesain untuk internet, scanning, foto digital, remote sensing, medical imegrey, perpustakaan digital dan ecommerce

# JPEG 2000

Kelebihan:

- Dapat digunakan pada bit-rate rendah sehingga dapat digunakan untuk network image dan remote sensing
- Menggunakan Lossy dan loseless tergantung kebutuhan bandwidth. Loseless digunakan untuk medical image
- Transmisi progresif dan akurasi & resolusi pixel tinggi
- Menggunakan Region of Interest (ROI)
- Robustness to bit error yang digunakan untuk komunikasi jaringan dan wireless

# JPEG 2000

Kelebihan:

- Open architecture: single compression/decompression
- Mendukung protective image security: watermarking, labeling, stamping, dan encryption
- Mendukung image ukuran besar 64k x 64k, size up to 232 - 1
- Mendukung meta data dan baik untuk computergenerated imagenary. Dulu JPEG standar baik untuk natural imagenary.



# TIFF (Tagged Image File Format)

Dikembangkan oleh Aldus Corporation, tahun 80-an

Dalam perkembangannya didukung oleh Microsoft

Mendukung adanya pengalokasian untuk informasi tambahan (tag) → fleksibel

Tag terpenting : format signifier (tipe kompresi)

Dapat menyimpan berbagai tipe gambar : 1 bit, grayscale, 8 bit, 24 bit RGB, dll



# EXIF (Exchange Image File)

Format gambar untuk kamera digital

Dikembangkan tahun 1995, versi 2.2 dipublikasikan tahun 2002 oleh Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA)

EXIF yang dikompres menggunakan sistem JPEG

Memungkinkan penambahan tag untuk kualitas cetak yang lebih baik



# EXIF (Exchange Image File)

- Penyimpanan informasi kamera dan kondisi pengambilan gambar (flash, exposure, light source, white balance, type of scene) → dipergunakan printer untuk color-correction algorithm
- Menyertakan spesifikasi untuk format file audio yang menyertai gambar
- Mendukung tag untuk informasi yang dipergunakan untuk konversi ke FlashPix (dikembangkan Kodak)





# Windows BMP (Bitmap)

Format file standard untuk Microsoft Windows  
Menggunakan kompresi RLE  
Dapat menyimpan gambar 24 bit

# JPEG (*Joint Photographic Experts Group*)

JPEG adalah metode kompresi yang umum digunakan untuk gambar-gambar fotografi. JPEG merupakan singkatan dari *Joint Photographic Experts Group*, nama dari komite yang menetapkan standar JPEG.

Pada tahun 1994, standar JPEG disahkan sebagai ISO 10918-1. Metode kompresi data yang digunakan umumnya berupa *lossy compression*, yang membuang detail visual tertentu, dimana hilangnya data tersebut tidak bisa dikembalikan. File JPEG memiliki ekstensi .jpg, .jpeg, .jpe, .jfif, dan .jif.



# Codec JPEG

Gambar dalam format JPEG umumnya dikompresi dengan menggunakan JFIF encoding:

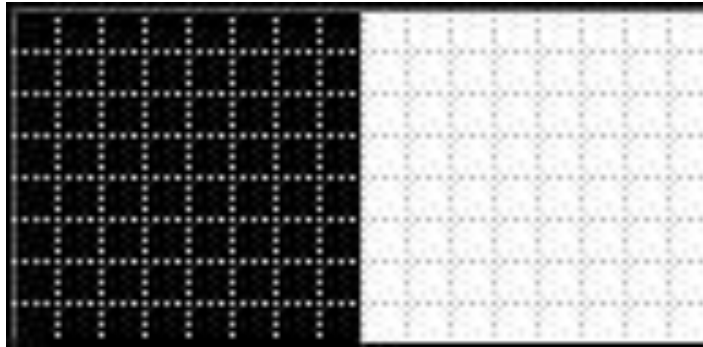
1. Representasi warna dalam gambar diubah dari RGB(Red, Green, Blue) ke YCbCr, yaitu satu komponen *brightness*, luma (Y), dan dua komponen warna, chroma (Cb, Cr).
2. Resolusi data chroma diturunkan (*downsampling*), biasanya dengan faktor pembagian 2 (biner).
3. Gambar dibagi ke dalam blok-blok 8x8 piksel. Tiap blok akan melalui proses transformasi Discrete Cosine Transform (DCT). DCT menghasilkan spectrum frekuensi spatial dari data Y, Cb, dan Cr.

# Codec JPEG

4. Amplitudo dari frekuensi komponen-komponen tersebut dikuantisasi. Mata manusia lebih sensitif terhadap variasi kecil warna atau *brightness* dalam lingkup area yang luas daripada variasi *brightness* pada frekuensi tinggi. Oleh karena itu, nilai dari komponen yang berfrekuensi tinggi disimpan dalam akurasi yang lebih rendah daripada komponen yang berfrekuensi rendah. Dalam kasus *encoding* dengan *settings* kualitas yang sangat rendah, komponen frekuensi tinggi akan dibuang seluruhnya.
5. Hasil dari setiap blok 8x8 tersebut akan dikompresi lebih lanjut dengan algoritma *loss-less* yang merupakan variasi dari 5. Huffman *encoding*.

# APLIKASI DALAM JPEG

**Sampel Gambar** Sebagai cara menjelaskan pengaplikasian kode Huffman ke dalam encoding ke JPEG, digunakan contoh gambar berikut:



Gambar 16x8 piksel, hitam dan putih. Perhatikan gambar ini adalah kelipatan dari blok JPEG yang dibagi dalam 8x8 piksel (Minimum Coded Unit [MCU]). Gambar ini tidak memiliki metadata dan tidak memakai optimalisasi, sehingga dalam konversinya ke format JPEG tidak menambah kompleksitas algoritmanya.



# APLIKASI DALAM JPEG

File JPEG mengandung maksimal 4 tabel Huffman dengan kode dengan panjang bervariasi dari 1 hingga 16 bit dan nilai kodenya 8 bit. Tabel Huffman yang dipakai dapat berasal dari standar JPEG atau program *image editor*nya sendiri yang mendefinisikan dengan DCT. Gambar 16x8 piksel di atas memiliki *hex dump* sebagai berikut:

0270h:	CA	DA	EA	FA	FF	DA	00	0C	03	01	00	02	11	03	11	00
0280h:	3F	00	FC	FF	00	E2	AF	EF	F3	15	7F	FF	D9			