



# **Pemampatan Citra (Image Compression)**

# KOMPRESI CITRA

## ▮ Mengapa perlu kompresi dan reduksi data

- ▮ Data citra umumnya berukuran besar
- ▮ Tidak praktis dalam penyimpanan, proses dan transmisi
- ▮ Perlu reduksi atau pemampatan data dengan mengurangi *redudancy* atau duplikasi data

## ▮ DATA REDUDANCY

- ▮ adalah bagian data yang tidak mengandung informasi terkait atau merupakan pengulangan dari informasi yang sudah dinyatakan sebelumnya atau sudah diketahui

# CONTOH APLIKASI

- ▮ **Aplikasi yang membutuhkan image compression:**  
(dimana perkembangannya ditentukan oleh efisiensi pada manipulasi data, penyimpanan, dan transmisi citra biner / monokrom / berwarna)
- ▮ Televideo-conferencing
- ▮ Remote sensing
- ▮ Telemedical / Medical imaging
- ▮ Facsimile transmission

# 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**.

## ▮ **Tujuan Kompresi Citra adalah :**

- ▮ **meminimalkan kebutuhan memori** untuk merepresentasikan citra digital dengan mengurangi duplikasi data di dalam citra **sehingga memori yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula**.

# KOMPRESI CITRA

## ▮ **Manfaat Kompresi Citra adalah :**

- ▮ Waktu pengiriman data pada saluran komunikasi data lebih singkat
  - ▮ Contoh : pengiriman gambar dari fax, video conferencing, handphone, download dari internet, pengiriman data medis, pengiriman internet, pengiriman dari satelit, dsb
- ▮ Membutuhkan ruang memori dalam storage lebih sedikit dibandingkan dengan citra yang tidak dimampatkan



# KOMPRESI CITRA

- ▮ **Proses kompresi** merupakan **proses mereduksi** ukuran suatu data untuk menghasilkan **representasi digital yang padat** atau memampatkan namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut.
- ▮ **Pada citra, video atau audio**, kompresi mengarah pada **minimisasi jumlah bit rate** untuk representasi digital.
  - ▮ Bit Rate disebut juga dengan nama data rate
  - ▮ Bit rate menentukan jumlah data yang ditampilkan saat video dimainkan, yang dinyatakan dalam satuan bps (bit per second).
  - ▮ Data rate berkaitan erat dengan pemakaian dan pemilihan codec (metode kompresi video).

# KOMPRESI CITRA

- ▮ **Semakin besar ukuran citra, semakin besar memori** yang dibutuhkan. Namun kebanyakan citra mengandung **duplikasi data**, yaitu :
  - ▮ suatu pixel memiliki intensitas yang sama dengan dengan pixel tetangganya, sehingga penyimpanan setiap pixel memboroskan tempat
  - ▮ citra banyak mengandung bagian (region) yang sama, sehingga bagian yang sama ini tidak perlu dikodekan berulang kali karena mubazir atau redundan

# PEMAMPATAN VS PENGKODEAN

## ▮ PEMAMPATAN

- ▮ Citra dikodekan
- ▮ Representasi memori menjadi lebih kecil
- ▮ Menerapkan proses Compress dan Decompress
- ▮ Aplikasi : Pengiriman dan penyimpanan data

## ▮ PENGKODEAN

- ▮ Citra dikodekan Representasi memori belum tentu lebih kecil
- ▮ Menerapkan proses encode dan Decode



# KRITERIA PEMAMPATAN (KOMPRESI)

- Waktu pemampatan
- Kebutuhan memory
- Kualitas pemampatan (fidelity)

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left( \frac{b}{rms} \right)$$

$$rms = \sqrt{\frac{1}{\text{Lebar} \times \text{Tinggi}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (f_{ij} - f'_{ij})^2}$$

- Format Keluaran

# JENIS KOMPRESI

## ▮ Pendekatan Statistik

- ▮ Melihat frekuensi kemunculan derajat keabuan pixel

## ▮ Pendekatan Ruang

- ▮ Melihat hubungan antar pixel yang mempunyai derajat keabuan yang sama pada wilayah dalam citra

## ▮ Pendekatan Kuantisasi

- ▮ Mengurangi jumlah derajat keabuan yang tersedia

## ▮ Pendekatan Fraktal

- ▮ Kemiripan bagian citra dieksploitasi dengan matriks transformasi

# KLASIFIKASI METODE KOMPRESI

## ▮ Metode Lossless

- ▮ menghasilkan citra yang sama dengan citra semula
- ▮ Tidak ada informasi yang hilang
- ▮ Biasa digunakan pada citra medis
- ▮ Nisbah/ratio kompresi sangat rendah

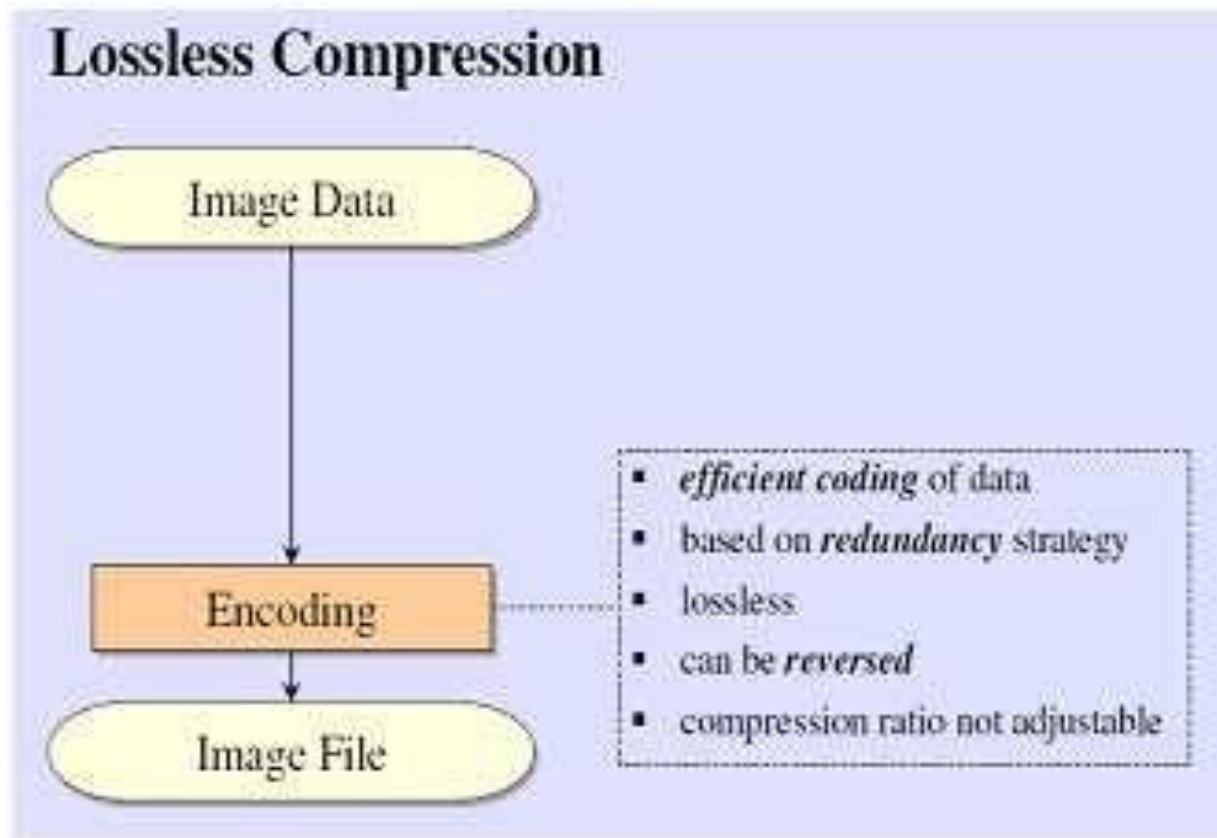
$$\text{Nisbah} = 100\% - \left( \frac{\text{ukuran citra hasil pempatan}}{\text{ukuran citra semula}} \times 100\% \right)$$

## ▮ Metode Lossless :

- ▮ Run Length Encoding, Entropy Encoding (Huffman, Aritmatik), dan Adaptive Dictionary Based (LZW)

# KLASIFIKASI METODE KOMPRESI

## ▮ Metode Lossless



# KLASIFIKASI METODE KOMPRESI

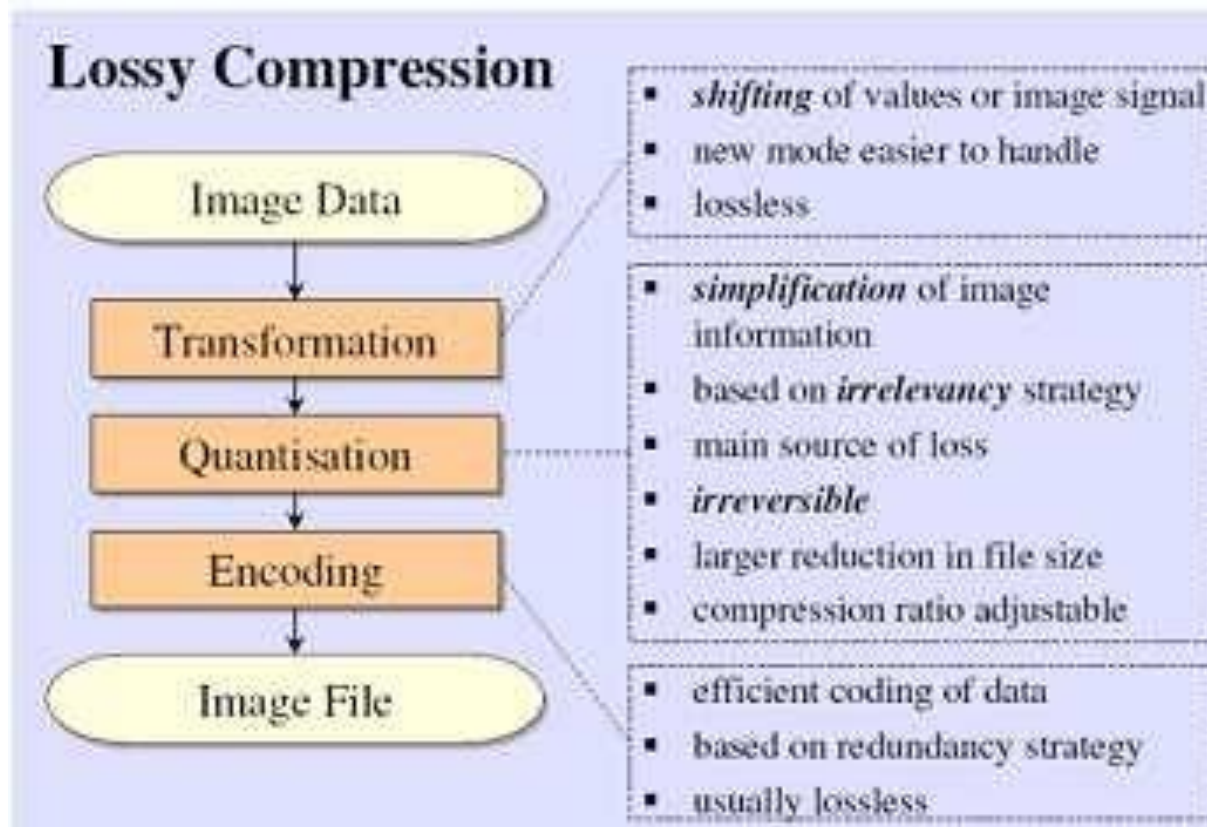
## ▮ Metode lossy

- ▮ Menghasilkan citra yang hampir sama dengan citra semula
- ▮ Ada informasi yang hilang akibat kompresi tapi masih bisa ditolerir oleh persepsi mata
- ▮ 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.
- ▮ Nisbah/ratio pemampatan tinggi
- ▮ Contoh, JPEG dan Fraktal



# KLASIFIKASI METODE KOMPRESI

## ▮ Metode lossy



# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

1. Buatlah daftar peluang atau frekuensi kehadiran setiap simbol dari data (pesan) yang akan dikodekan.
2. Urutkanlah daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (Descending)
3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi dengan bagian yang lain (bagian bawah).
4. Daftar bagian atas diberi nilai 0 dan 1 untuk bagian bawah.
5. Lakukan proses secara rekursif (berulang) untuk langkah 3 dan 4.

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

## ▮ Soal

▮ Suatu data sebagai berikut:

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAAABB  
BAAA

## ▮ Jawab

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>
A	15
B	7
C	6
D	6
E	5

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>	
A	15	0
B	7	0
C	6	1
D	6	1
E	5	1



# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>		
A	15	0	0
B	7	0	1
C	6	1	0
D	6	1	1
E	5	1	1



# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>			
A	15	0	0	
B	7	0	1	
C	6	1	0	
D	6	1	1	0
E	5	1	1	1

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>	<u>Kode</u>	<u>Bit</u>
A	15	00	....
B	7	01	....
C	6	10	....
D	6	110	....
E	5	111	....

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>	<u>Kode</u>	<u>Bit</u>	<u>Tot Bit</u>
A	15	00	2	....
B	7	01	2	....
C	6	10	2	....
D	6	110	3	....
E	5	111	3	....

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>	<u>Kode</u>	<u>Bit</u>	<u>Tot Bit</u>
A	15	00	2	30
B	7	01	2	14
C	6	10	2	12
D	6	110	3	18
E	5	111	3	15
-----				
..... byte				..... bit

# METODE KOMPRESI SHANNON-FANO

<u>Simbol</u>	<u>Frekuensi</u>	<u>Kode</u>	<u>Bit</u>	<u>Tot Bit</u>
A	15	00	2	30
B	7	01	2	14
C	6	10	2	12
D	6	110	3	18
E	5	111	3	15

39 byte

89 bit

$89/8=11$  byte



# METODE KOMPRESI HUFFMAN

1. Urutkan nilai keabuan berdasarkan frekuensi kemunculannya
2. Gabung dua pohon yang frekuensi kemunculannya paling kecil
3. Ulangi 2 langkah diatas sampai tersisa satu pohon biner
4. Beri label 0 untuk pohon sisi kiri dan 1 untuk pohon sisi kanan
5. Telusuri barisan label sisi dari akar ke daun yang menyatakan kode Huffman

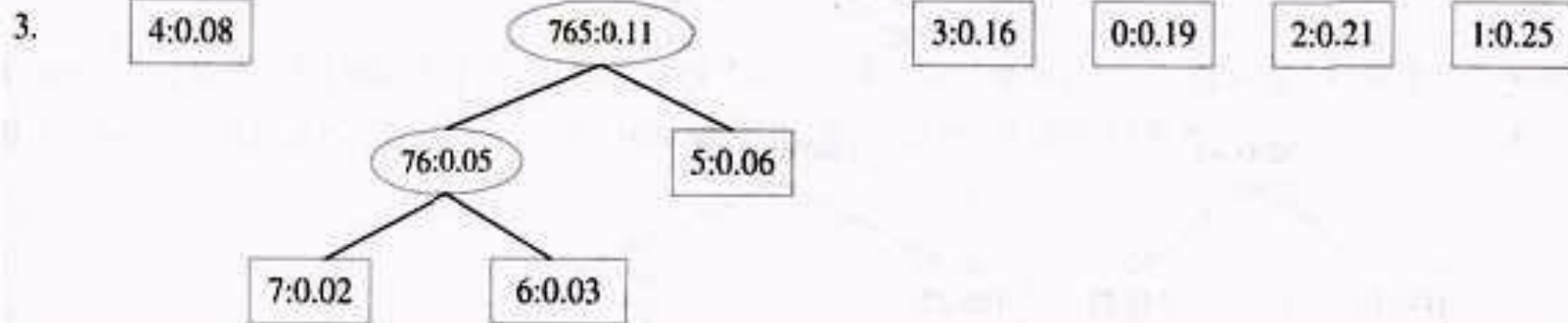
# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

▮ Contoh, citra 64x64 dengan 8 derajat keabuan ( $k$ )

$k$	$n_k$	$p(k) = n_k/n$
0	790	0.19
1	1023	0.25
2	850	0.21
3	656	0.16
4	329	0.08
5	245	0.06
6	122	0.03
7	81	0.02

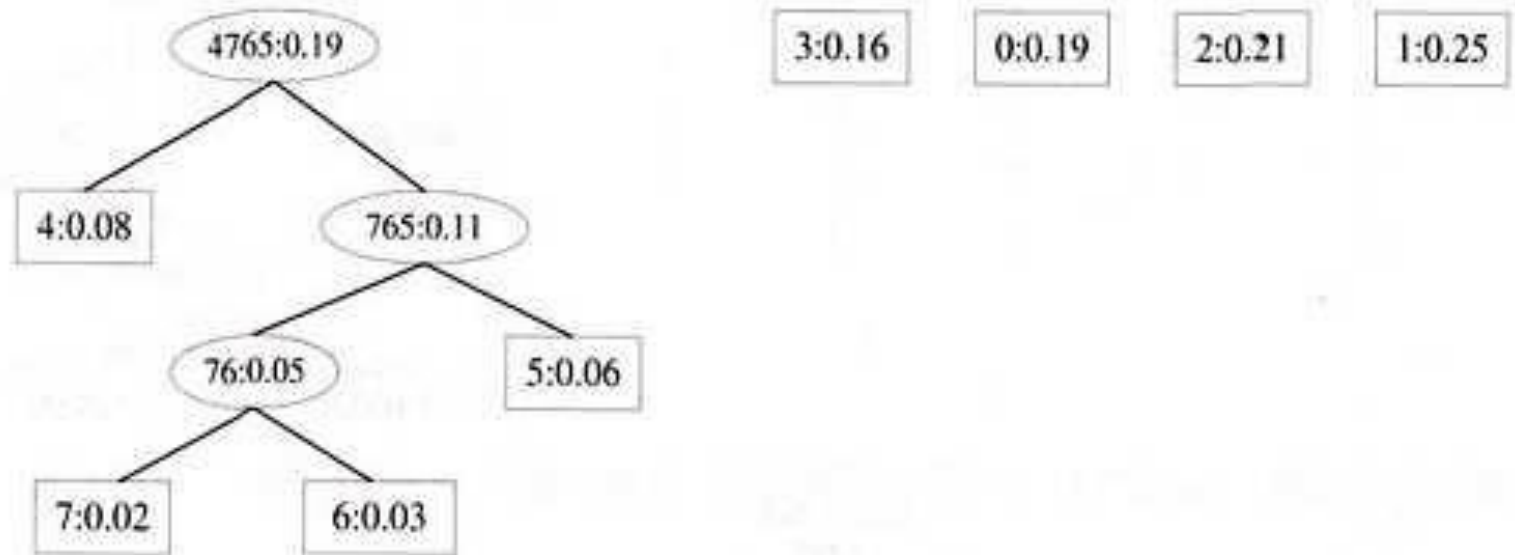
# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

1. 7:0.02 6:0.03 5:0.06 4:0.08 3:0.16 0:0.19 2:0.21 1:0.25



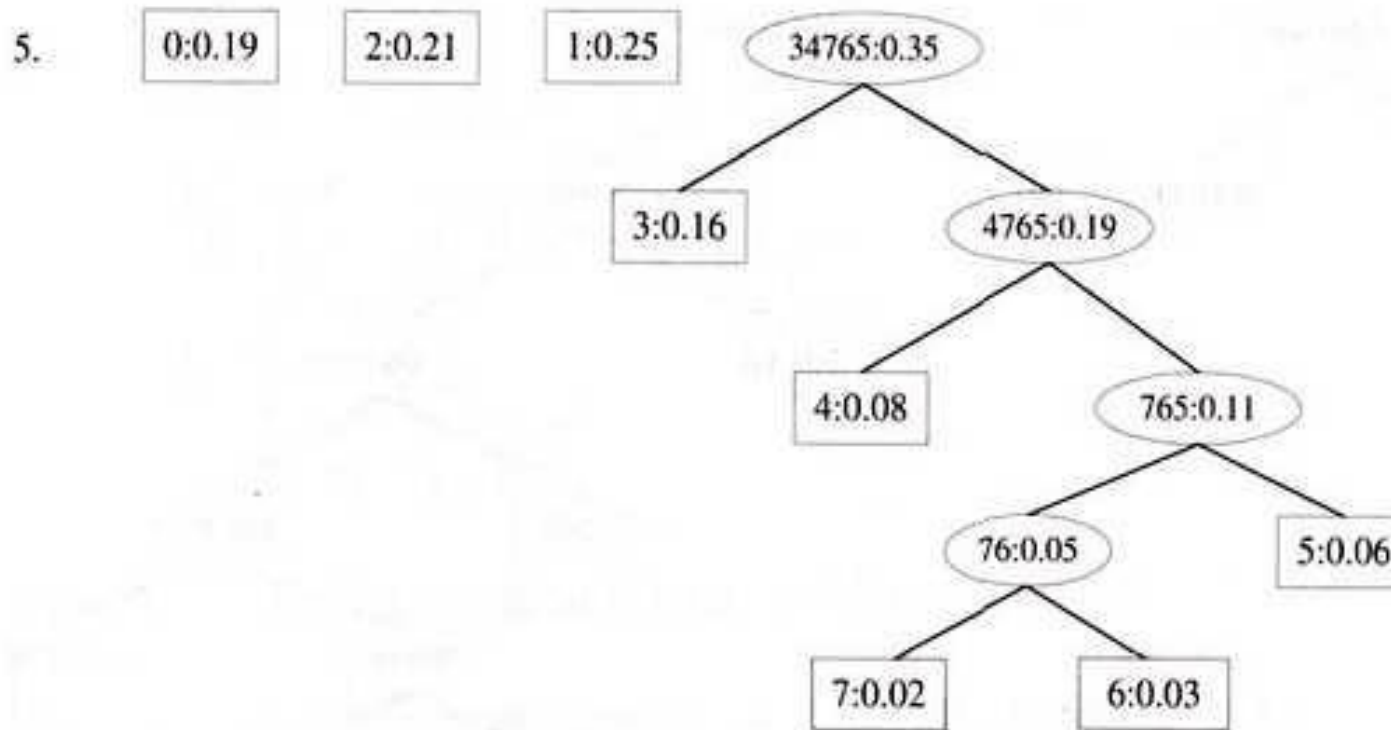
# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

4.





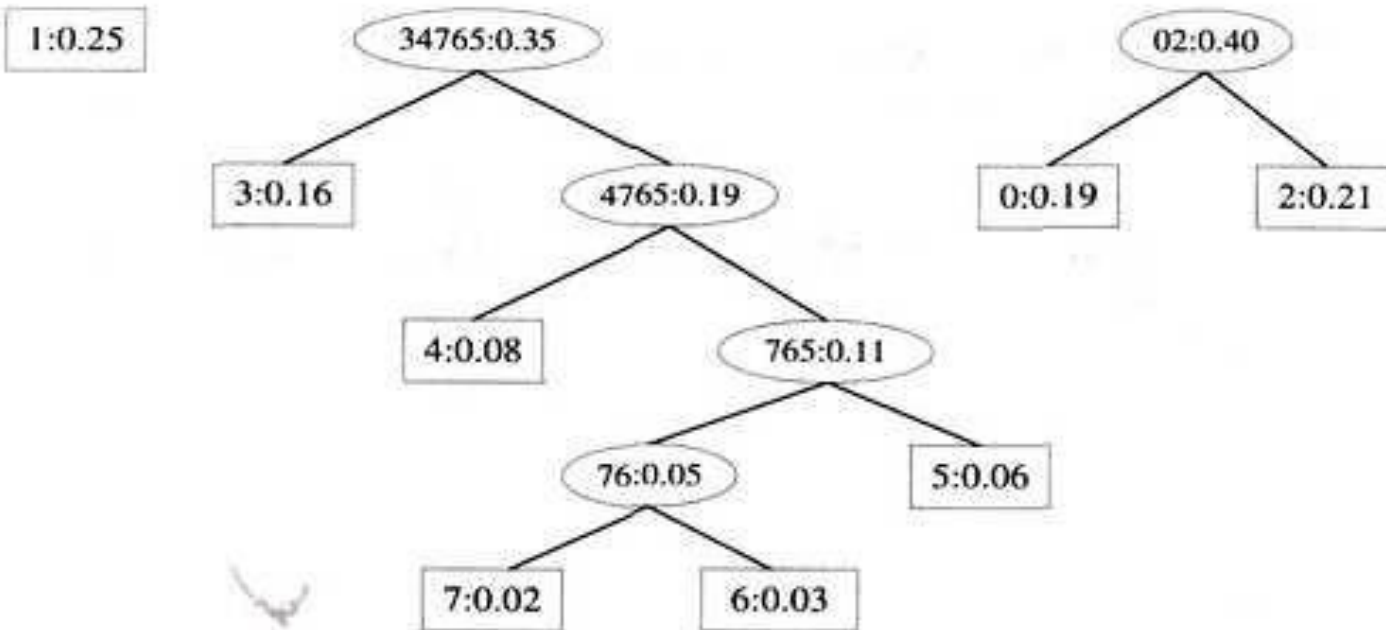
# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)





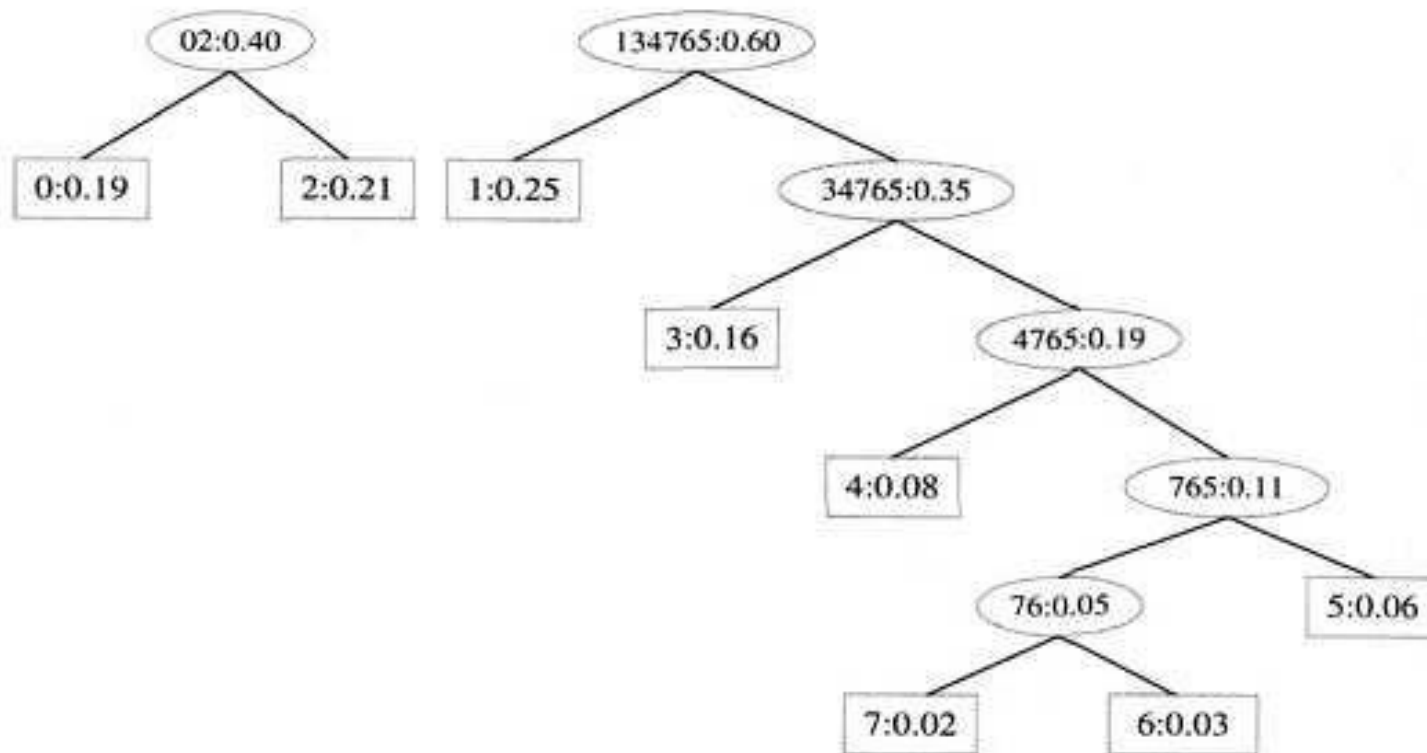
# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

6.

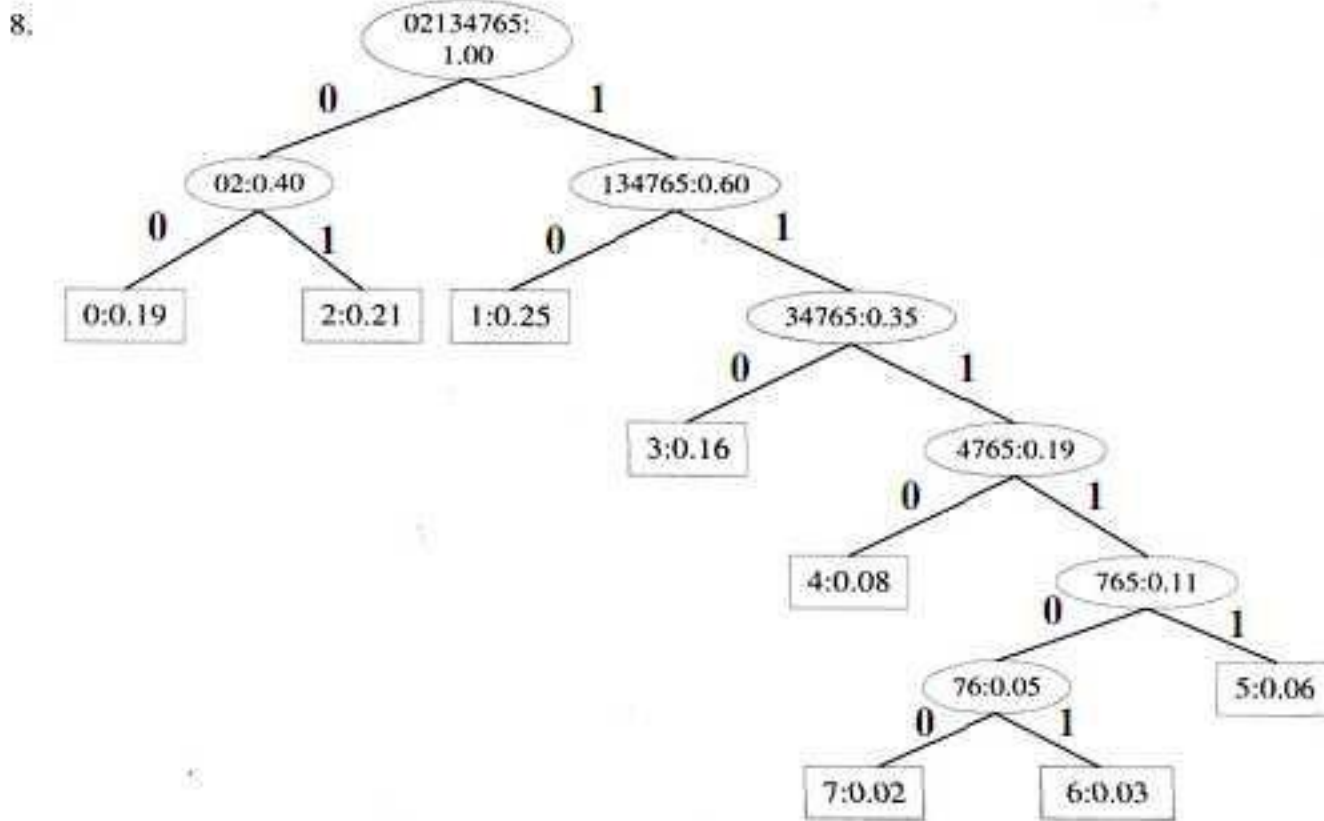


# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

7.



# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)



# METODE KOMPRESI HUFFMAN (Contoh)

- Contoh, citra 64x64 dengan 8 derajat keabuan (k)
- Kode untuk setiap derajat keabuan

0 = 00

2 = 01

4 = 1110

6 = 111101

1 = 10

3 = 110

5 = 11111

7 = 111100

- Ukuran citra sebelum dimampatkan (8 derajat keabuan = 3 bit) adalah  $4096 \times 3 \text{ bit} = 12288 \text{ bit}$
- Ukuran citra setelah pemampatan

$$(790 \times 2 \text{ bit}) + (1023 \times 2 \text{ bit}) + (850 \times 2 \text{ bit}) + (656 \times 3 \text{ bit}) + (329 \times 4 \text{ bit}) + (245 \times 5 \text{ bit}) + (122 \times 6 \text{ bit}) + (81 \times 6 \text{ bit}) = 11053 \text{ bit}$$

$$\text{Nisbah pemampatan} = (100\% - \frac{11053}{12288} \times 100\%) = 10\%$$



# METODE KOMPRESI RLE

## ▮ Run Length Encoding

- ▮ RLE merupakan metode kompresi yang banyak didukung oleh format file gambar seperti: TIFF, BMP, PCX.
- ▮ RLE bekerja dengan mengurangi ukuran fisik dengan adanya pengulangan string dari deretan karakter / byte data.
- ▮ Cocok untuk pemampatan citra yang memiliki kelompok pixel berderajat keabuan yang sama



# METODE KOMPRESI RLE

## Run Length Encoding

Contoh citra 10x10 dengan 8 derajat keabuan

0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	(0, 5), (2, 5)
0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	(0, 3), (1, 4), (2, 3)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(1, 10)
4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	(4, 4), (3, 4), (2, 2)
3	3	3	5	5	7	7	7	7	6	(3, 3), (5, 2), (7, 4), (6, 1)
2	2	6	0	0	0	0	1	1	0	(2, 2), (6, 1), (0, 4), (1, 2), (0, 1)
3	3	4	4	3	2	2	2	1	1	(3, 2), (4, 2), (3, 1), (2, 2), (1, 2)
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	(0, 8), (1, 2)
1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	(1, 4), (0, 3), (2, 3)
3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	(3, 3), (2, 3), (1, 4)

Pasangan derajat keabuan ( $p$ )  
dan jumlah pixel ( $q$ )

# METODE KOMPRESI RLE

- Ukuran citra sebelum dimampatkan (1 derajat keabuan = 3 bit) adalah  $100 \times 3 \text{ bit} = 300 \text{ bit}$
- Ukuran citra setelah pemampatan (run length = 4) adalah

$$(31 \times 3) + (31 \times 4) \text{ bit} = 217 \text{ bit}$$

$$\text{Nisbah pemampatan} = (100\% - \frac{217}{300} \times 100\%) = 27.67\%, \text{ yang artinya } 27.67\%$$

# METODE KOMPRESI KUANTISASI

- ▮ Buat histogram citra yang akan dikompres  **$P$**  jumlah pixel
- ▮ Identifikasi  **$n$**  buah kelompok di histogram sedemikian sehingga setiap kelompok mempunyai kira-kira  **$P/n$**  pixel
- ▮ Nyatakan setiap kelompok dengan derajat keabuan 0 sampai  $n-1$ .
- ▮ Setiap kelompok dikodekan kembali dengan nilai derajat keabuan yang baru

# METODE KOMPRESI KUANTISASI

Contoh, Citra 5 x 13

2	9	6	4	8	2	6	3	8	5	9	3	7
3	8	5	4	7	6	3	8	2	8	4	7	3
3	8	4	7	4	9	2	3	8	2	7	4	9
3	9	4	7	2	7	6	2	1	6	5	3	0
2	0	4	3	8	9	5	4	7	1	2	8	3

Akan dimampatkan dengan 4 derajat keabuan (0 - 3) atau dengan 2 bit

## Histogram

0	**
1	**
2	*****
3	*****
4	*****
5	****
6	*****
7	*****
8	*****
9	*****

## Kelompoknya

13	0 **	0
	1 **	
	2 *****	
20	3 *****	
	4 *****	1
17	5 ****	
	6 *****	2
	7 *****	
15	8 *****	3
	9 *****	



# METODE KOMPRESI KUANTISASI

▮ Setelah dimampatkan

0	3	2	1	3	0	2	1	3	2	3	1	2
1	3	2	1	2	2	1	3	0	3	1	2	1
1	3	1	2	1	3	0	1	3	0	2	1	3
1	3	1	2	0	2	2	0	0	2	2	1	0
0	0	1	1	3	3	2	1	2	0	0	3	0

- ▮ Ukuran sebelum pemampatan (1 derajat keabuan = 4 bit) adalah  $65 \times 4 \text{ bit} = 260 \text{ bit}$
- ▮ Ukuran citra setelah pemampatan (1 derajat keabuan = 2 bit) adalah  $65 \times 2 \text{ bit} = 130 \text{ bit}$

$$\text{Nisbah pemampatan} = (100\% - \frac{130}{260} \times 100\%) = 50\%$$



# 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 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 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 image karena GIF dilakukan oleh Unisys.
- ▮ **Menggunakan teknik loseless dan mendukung:**
  - ▮ Kedalaman warna 48 bit,
  - ▮ Tingkat ketelitian sampling: 1,2,4,8, dan 16 bit,
  - ▮ 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

# TEKNIK KOMPRESI JPG

## ▮ **JPEG 2000**

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

# TEKNIK KOMPRESI TIFF

## ▮ **TIFF (Tagged Image File Format)**

- ▮ Dikembangkan oleh Aldus Corporation, tahun 80-an
- ▮ Dalam perkembangannya didukung oleh Dalam perkembangannya didukung oleh Microsoft
- ▮ Mendukung adanya pengalokasian untuk informasi tambahan (tag) | | fleksibel
- ▮ Dapat menyimpan berbagai tipe gambar : 1 bit, grayscale, 8 bit, 24 bit RGB, dll