



PROGRAM STUDI

**S1 SISTEM KOMPUTER**

UNIVERSITAS DIPONEGORO

# PEMBENTUKAN CITRA

Oky Dwi Nurhayati, ST, MT  
email: [okydn@undip.ac.id](mailto:okydn@undip.ac.id)

# Pembentukan Citra

Citra ada 2 macam :

## 1. Citra Kontinu

- Dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog.
- Contoh : mata manusia, kamera analog

## 2. Citra Diskrit / Citra Digital

- Dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu.
- Contoh : kamera digital, scanner

# Model Citra

- ◎ Citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang 2D
- ◎ Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang 2D disimbolkan dengan  $f(x,y)$ , dimana :
  - $(x,y)$ : koordinat pada bidang 2D
  - $f(x,y)$  : intensitas cahaya (brightness) pada titik  $(x,y)$
- ◎ Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga,  $0 \leq f(x,y) \leq \infty$   
 $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$   
Dimana :
  - $i(x,y)$  : jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya (illumination) yang nilainya  $0 \leq i(x,y) \leq \infty$   
Nilai  $i(x,y)$  ditentukan oleh sumber cahaya
  - $r(x,y)$ : derajat kemampuan obyek memantulkan cahaya (reflection) yang nilainya  $0 \leq r(x,y) \leq 1$   
Nilai  $r(x,y)$  ditentukan oleh karakteristik obyek di dalam citra.  $r(x,y)=0$  mengindikasikan penyerapan total.  $r(x,y)=1$  mengindikasikan pemantulan total

## Derajat Keabuan (grey level): intensitas $f$ citra hitam-putih pada titik $(x,y)$

- Derajat keabuan bergerak dari hitam ke putih.
- Skala keabuan memiliki rentang :  $l_{min} < f < l_{max}$  atau  $[0, L]$ , dimana intensitas  $0$  menyatakan hitam dan  $L$  menyatakan putih.
- Contoh : citra hitam-putih dengan 256 level, artinya mempunyai skala abu-abu dari  $0$  sampai  $255$  atau  $[0, 255]$ , dalam hal ini nilai  $0$  menyatakan hitam dan  $255$  menyatakan putih, nilai antara  $0$  sampai  $255$  menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.



Citra berwarna : citra spektral , karena warna pada citra disusun oleh tiga komponen warna RGB (*Red-Green-Blue*). Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari intensitas : merah ( $f_{merah}(x,y)$ ), hijau ( $f_{hijau}(x,y)$ ) dan biru ( $f_{biru}(x,y)$ ),

# Digitalisasi Citra

- Digitalisasi citra : representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit, sehingga disebut Citra Digital
- Citra digital berbentuk empat persegi panjang dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (lebar x panjang)
- Citra digital yang tingginya  $N$ , lebarnya  $M$  dan memiliki  $L$  derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi :

$$f(x,y) \begin{cases} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{cases}$$

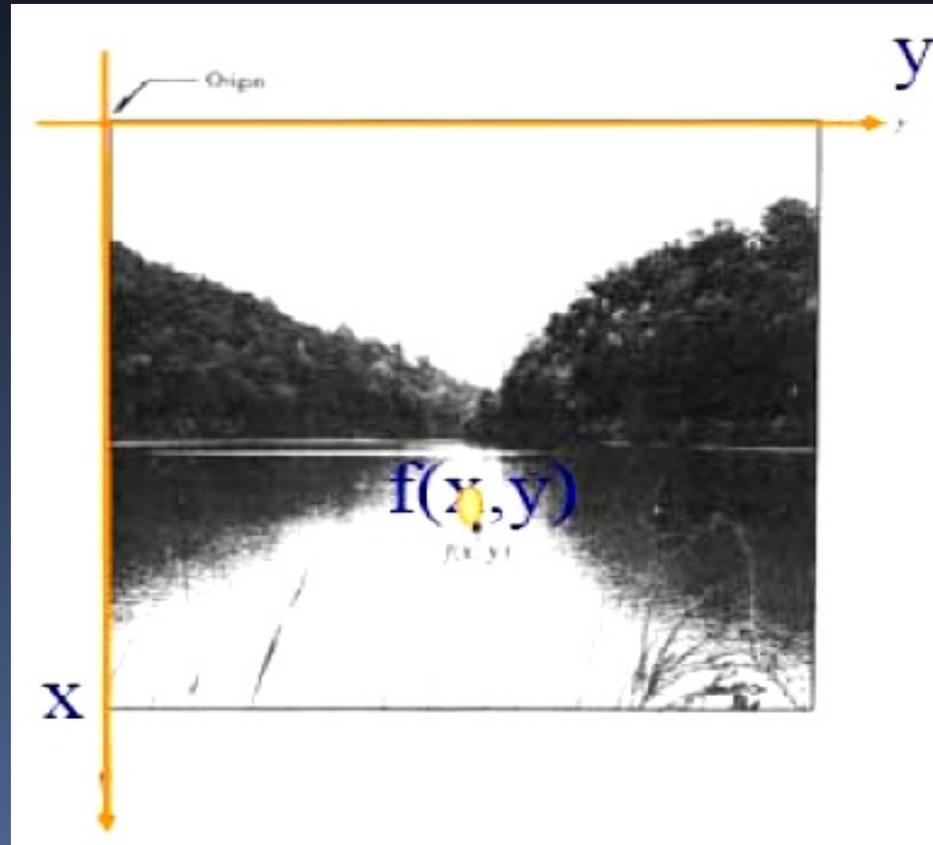
- Citra digital yang berukuran  $N \times M$  lazimnya dinyatakan dengan matriks berukuran  $N$  baris dan  $M$  kolom, dan masing-masing elemen pada citra digital disebut pixel (picture element)

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Contoh : suatu citra berukuran  $256 \times 256$  pixel dengan intensitas beragam pada tiap pixelnya, direpresentasikan secara numerik dengan matriks terdiri dari 256 baris dan 256 kolom

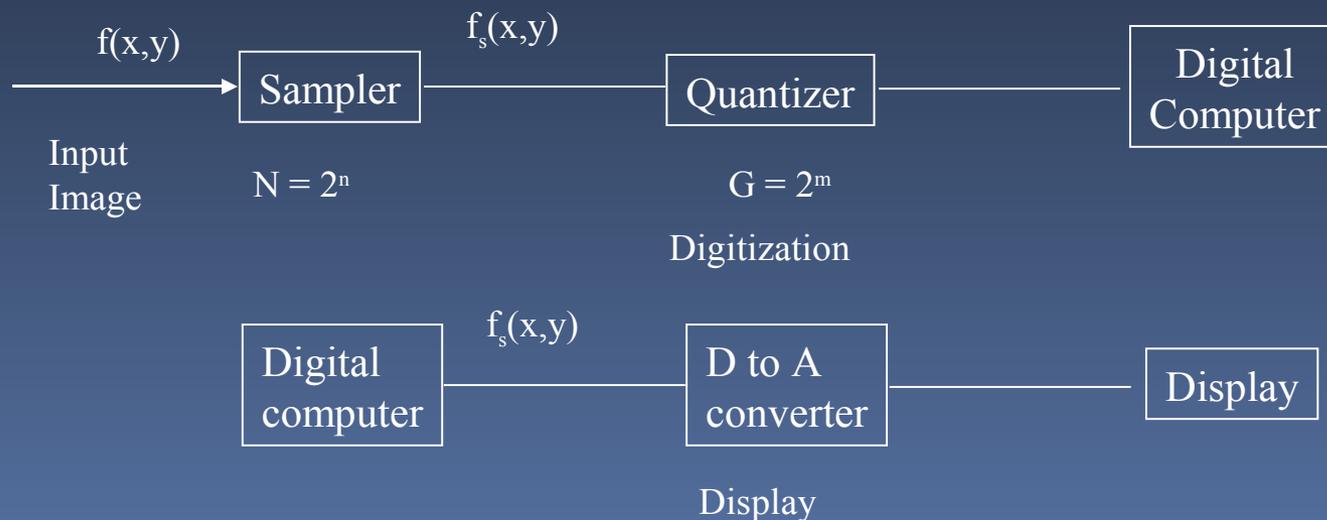
$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \dots & \dots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \dots & \dots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \dots & \dots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \dots & \dots & 156 \end{bmatrix}$$

# Representasi Citra Digital



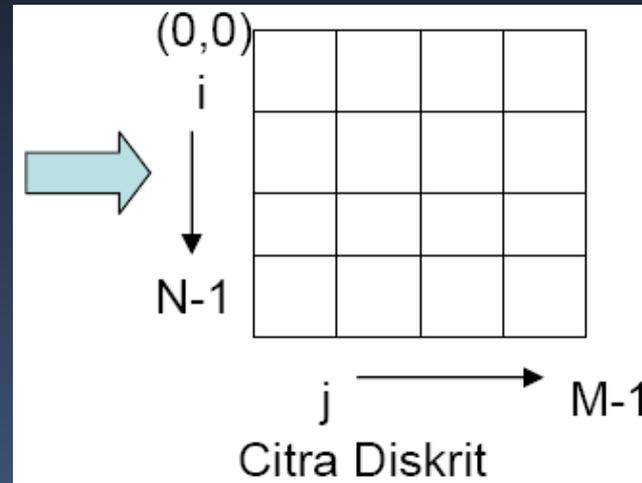
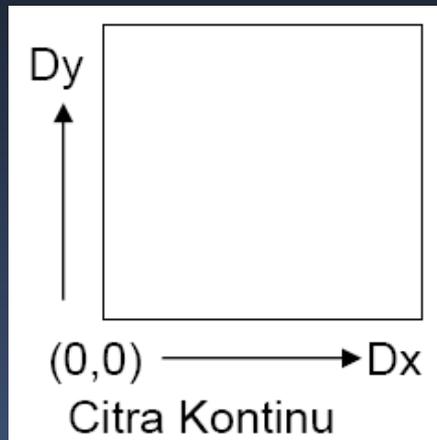
# Pengolahan Citra di Komputer

- Bentuk dasar citra yang akan diproses oleh komputer adalah dalam bentuk digital, yaitu sebagai array binary word dengan panjang hingga,
- Proses digitalisasi Citra melalui proses sampling dengan kisi-kisi diskrit dan masing-masing kisi-kisi tersebut dikuantisasi ke bilangan integer untuk memperoleh representasi warna pixel



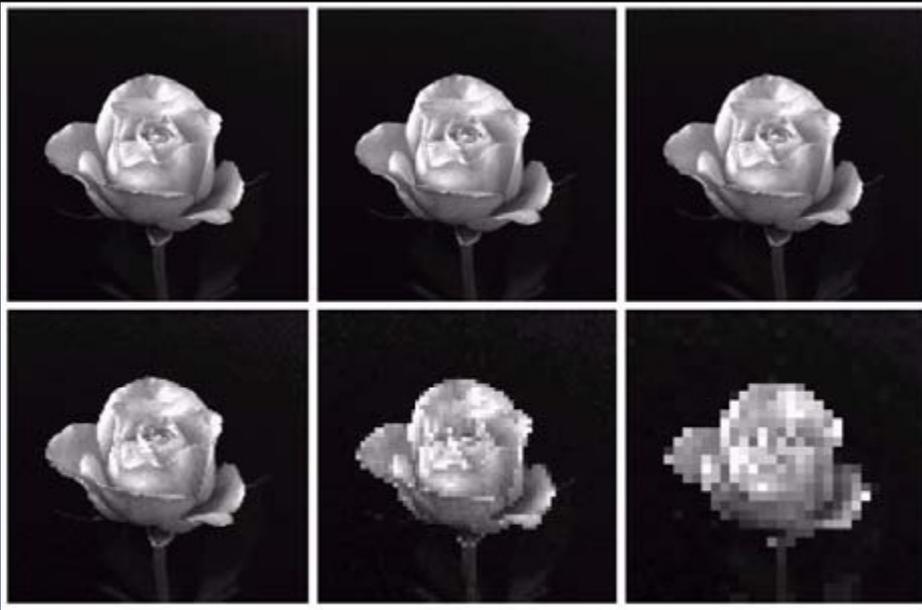
# Sampling

Sampling : digitalisasi spasial (x,y). •Citra kontinu disampling pada grid-grid yang berbentuk bujursangkar (kisi-kisi arah horizontal dan vertikal)



Contoh : Sebuah citra berukuran 10x10 inchi dinyatakan dalam matriks yang berukuran 5 x 4 (5 baris 4 kolom). Tiap elemen citra lebarnya 2,5 inchi dan tingginya 2 inchi akan diisi dengan sebuah nilai bergantung pada rata-rata intensitas cahaya pada area tersebut.

# Resolusi



Pembagian gambar menjadi ukuran tertentu menentukan **RESOLUSI**(derajat rincian yang dapat dilihat) spasial yang diperoleh

Semakin tinggi resolusinya semakin kecil ukuran pixel atau semakin halus gambar yang diperoleh karena informasi yang hilang semakin kecil.

# Kuantisasi

Kuantisasi : pembagian skala keabuan (0,L) menjadi G level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat (integer), biasanya

G diambil perpangkatan dari 2

$$G = 2^m$$

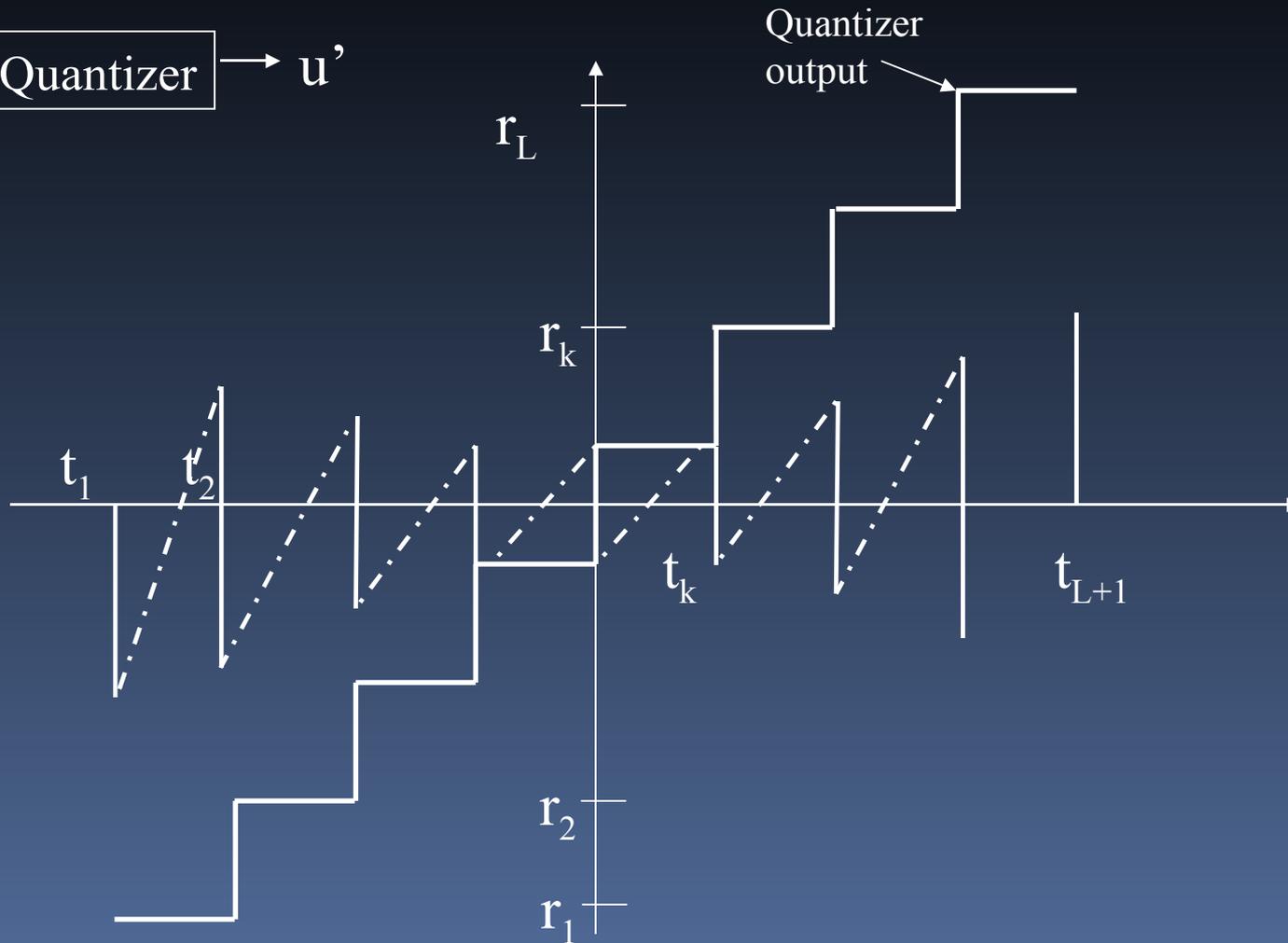
dimana G : derajat keabuan  
m : bilangan bulat positif

Skala Keabuan	Rentang Nilai Keabuan	Pixel Depth
$2^1$ (2 nilai)	0,1	1 bit
$2^2$ (4 nilai)	0, sampai 7	2 bit
$2^3$ (16 nilai)	0, sampai 15	3 bit
$2^8$ (256 nilai)	0, sampai 255	8 bit

# Kuantisasi

- Memetakan suatu variabel kontinu  $u$  ke diskrit variabel  $u'$ , dengan nilai pada himpunan hingga  $\{r_1, r_2, \dots, r_L\}$
- Kuantisasi rule:
  - Definisikan  $\{t_k, k=1, \dots, L+1\}$  sebagai himpunan transisi, dimana  $t_1$  dan  $t_{L+1}$  sebagai nilai minimum dan maksimum  $u$ .
  - Jika  $u$  berada pada interval  $[t_k, t_{k+1})$ , maka  $u$  dipetakan ke  $r_k$

# Kuantisas



# Contoh Kuantisasi

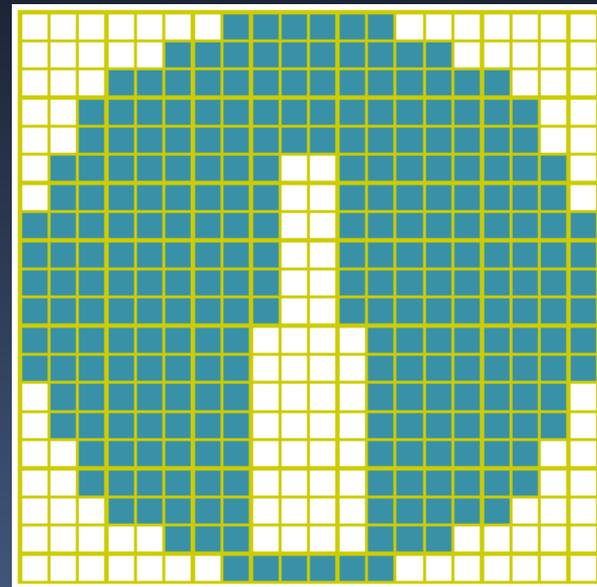
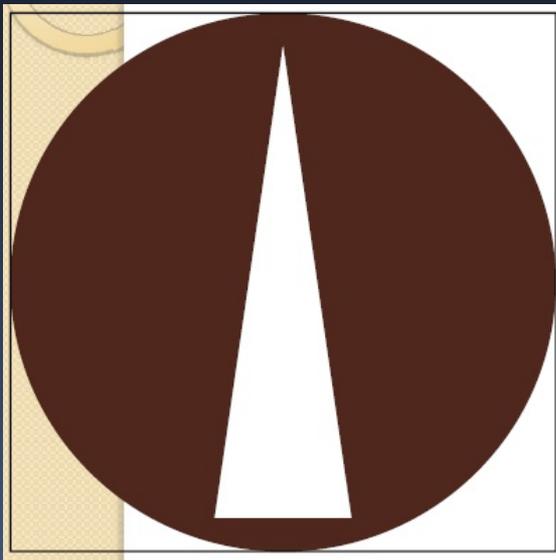
Misalkan range output suatu sensor memiliki nilai antara 0.0 hingga 10.0. Jika sample dikuantisasi secara uniform ke level 256, maka level transisi dan rekonstruksi :

$$t_k = \frac{10 (k-1)}{256} \quad k = 1, \dots, 257$$

$$r_k = t_k + \frac{5}{256}$$

Interval  $q = t_k - t_{k-1} = r_k - r_{k-1}$  is constant for different values of  $k$  and is called the quantization interval

# Sampling dan Kuantisasi



Ukuran citra: 20 x 20

Nilai Digital Pixel



- ⦿ Hitam dinyatakan dengan nilai derajat keabuan terendah, sedangkan putih dinyatakan dengan nilai derajat keabuan tertinggi, misalnya 15 untuk 16 level.
- ⦿ Jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan nilai keabuan pixel disebut *pixel depth*. *Sehingga citra dengan kedalaman 8 bit sering disebut citra-8 bit.*
- ⦿ *Besarnya derajat keabuan yang digunakan untuk menentukan resolusi kecerahan dari citra yang diperoleh.*
- ⦿ *Semakin banyak jumlah derajat keabuan (jumlah bit kuantisasinya makin banyak), semakin bagus gambar yang diperoleh karena kemenerusan derajat keabuan akan semakin tinggi sehingga mendekati citra aslinya.*

# Elemen Dasar Citra Digital

## Kecerahan (*Brightness*)

- Kecerahan : intensitas cahaya rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.

## Kontras (*Contrast*)

- Kontras : sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra.
- Citra dengan kontras rendah komposisi citranya sebagian besar terang atau sebagian besar gelap.
- Citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terangnya tersebar merata.

## Kontur (*Contour*)

–Kontur : keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel tetangga, sehingga kita dapat mendeteksi tepi objek di dalam citra.

## Warna (*Color*)

–Warna : persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.

–Warna-warna yang dapat ditangkap oleh mata manusia merupakan kombinasi cahaya dengan panjang berbeda. Kombinasi yang memberikan rentang warna paling lebar adalah *red (R)*, *green(G)* dan *blue (B)*.

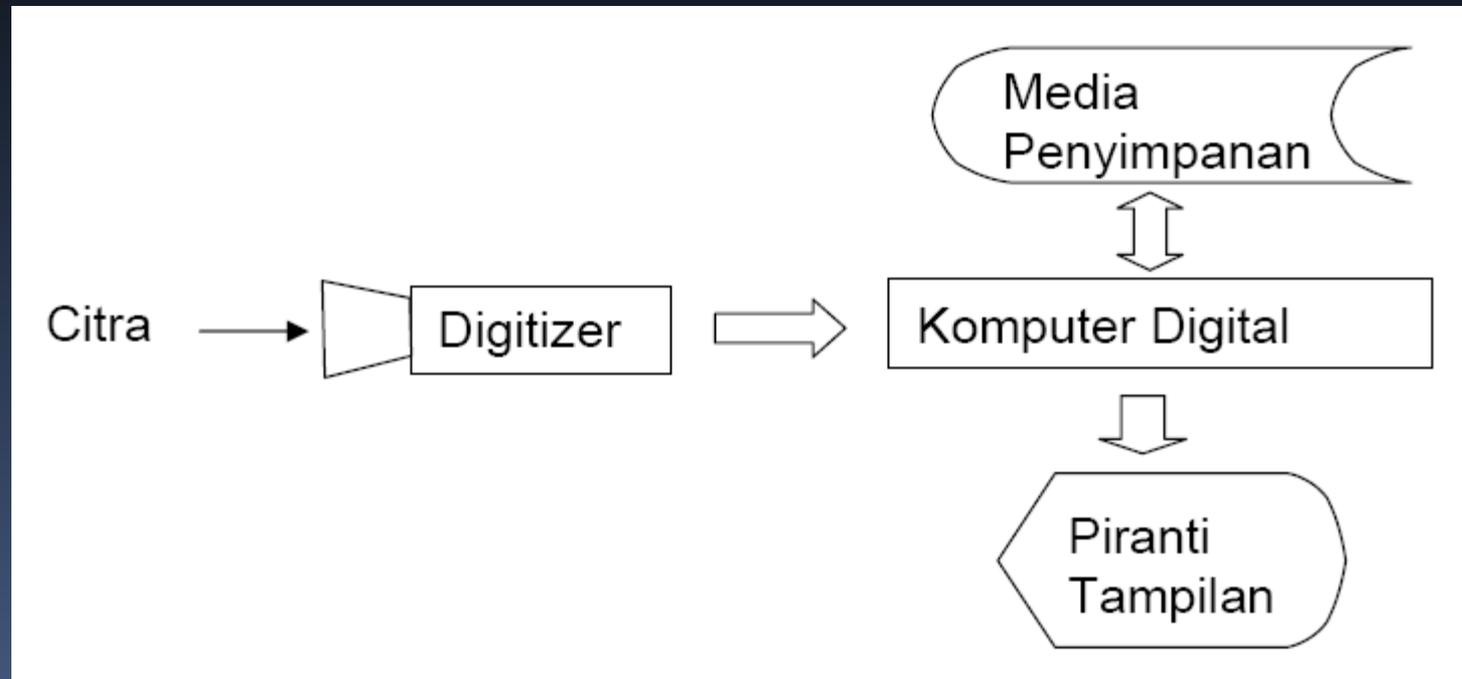
## Bentuk (*Shape*)

- Bentuk : properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa bentuk merupakan properti intrinsik utama untuk visual manusia.
- Umumnya citra yang dibentuk oleh manusia merupakan 2D, sedangkan objek yang dilihat adalah 3D.

## Tekstur (*Texture*)

- Tekstur : distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan pixel-pixel yang bertetangga.

# Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital

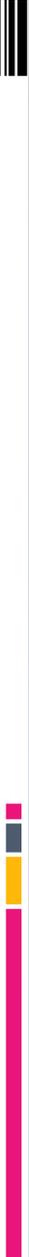




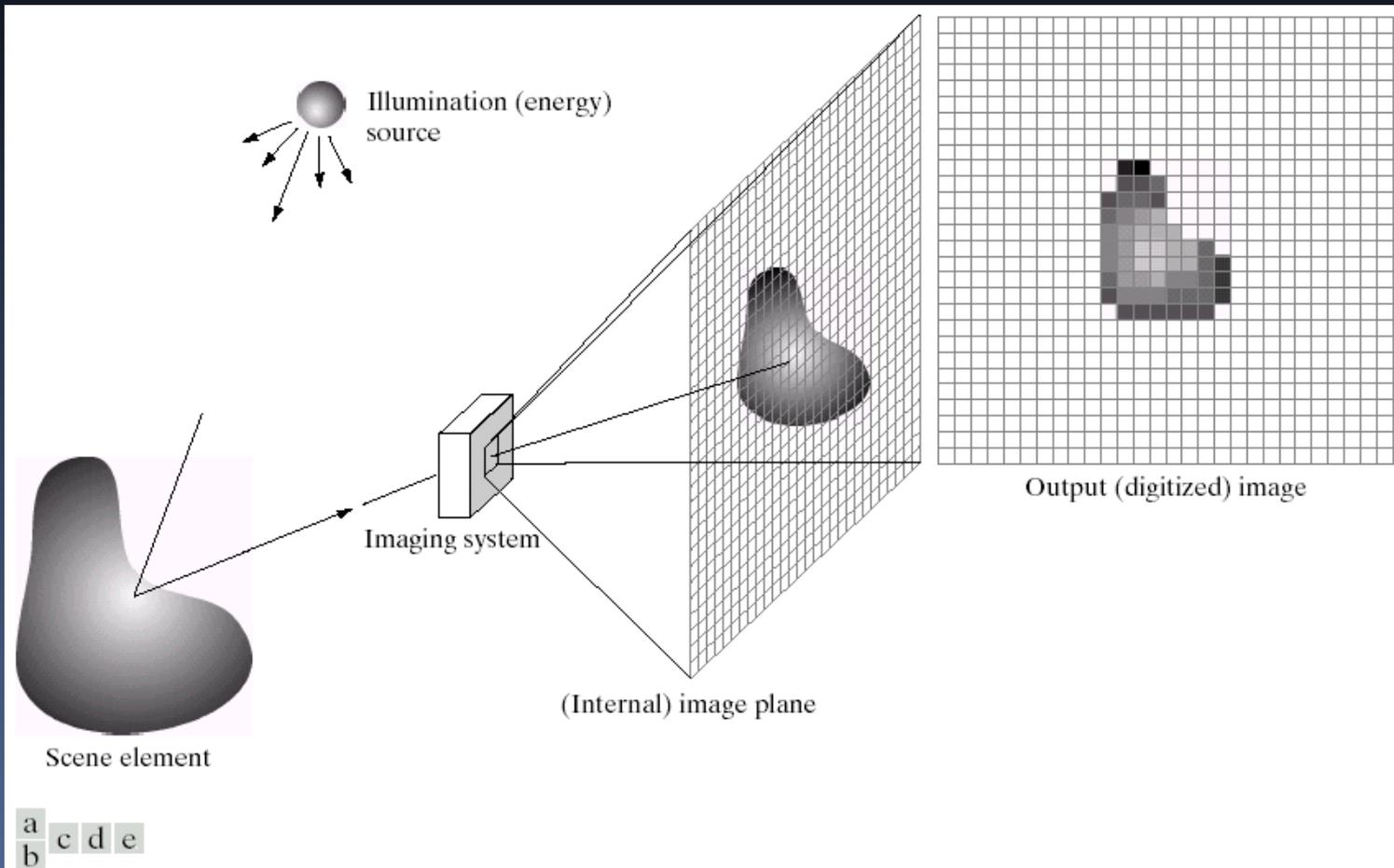
**1. Digitizer (Digital Acquisition System) : sistem penangkap citra digital yang melakukan penjelajahan citra dan mengkonversinya ke representasi numerik sebagai masukan bagi komputer digital. Hasil dari digitizer adalah matriks yang elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu titik.**

Digitizer terdiri dari 3 komponen dasar :

- Sensor citra yang bekerja sebagai pengukur intensitas cahaya
  - Perangkat penjelajah yang berfungsi merekam hasil pengukuran intensitas pada seluruh bagian citra
  - Pengubah analog ke digital yang berfungsi melakukan sampling dan kuantisasi.
- 

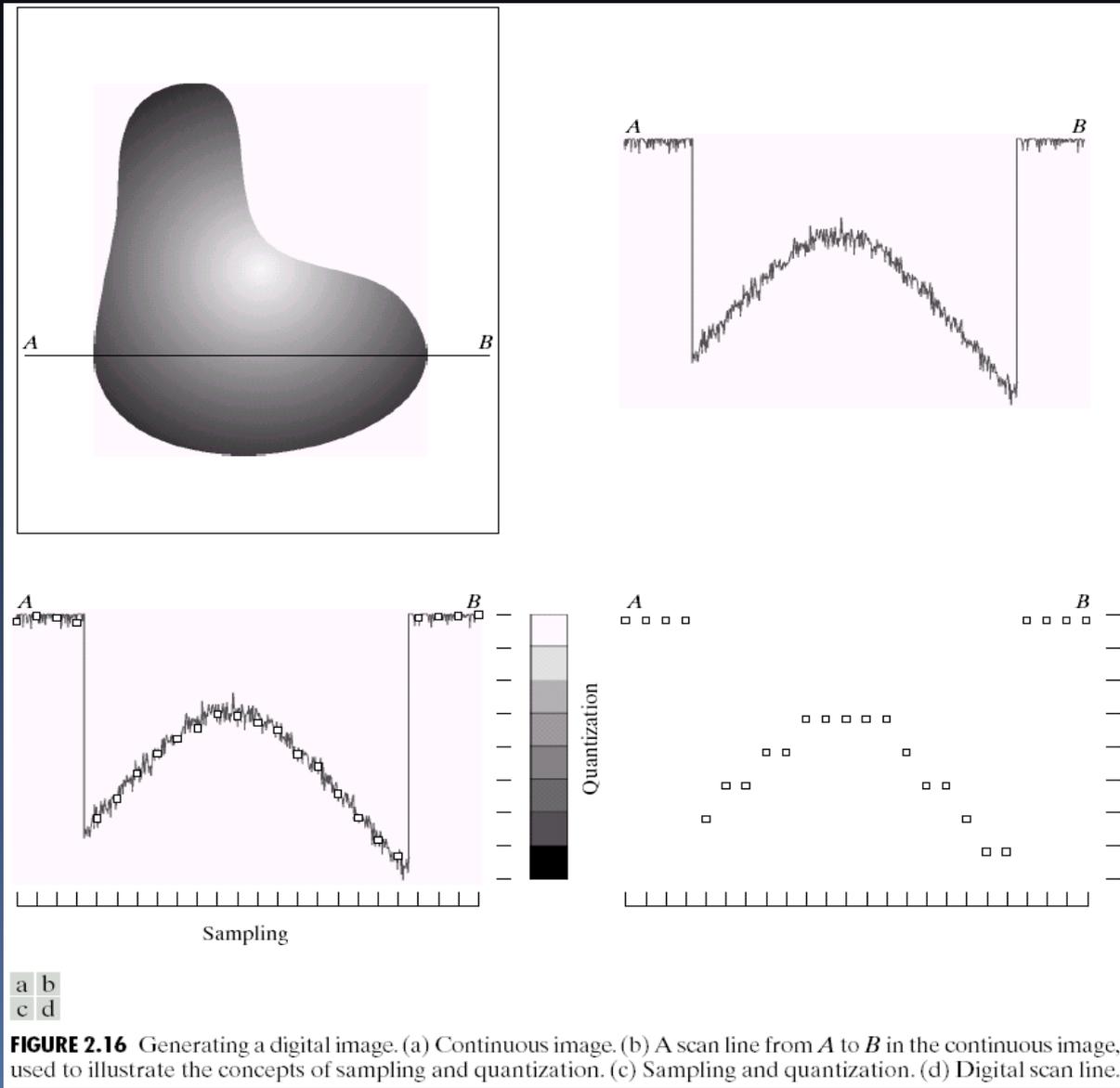
- 
- 2. Komputer digital, digunakan pada sistem pemroses citra, mampu melakukan berbagai fungsi pada citra digital resolusi tinggi.**
  - 3. Piranti Tampilan, peraga berfungsi mengkonversi matriks intensitas tinggi merepresentasikan citra ke tampilan yang dapat diinterpretasi oleh manusia.**
  - 4. Media penyimpanan, piranti yang mempunyai kapasitas memori besar sehingga gambar dapat disimpan secara permanen agar dapat diproses lagi pada waktu yang lain.**

# Perolehan Citra Digital



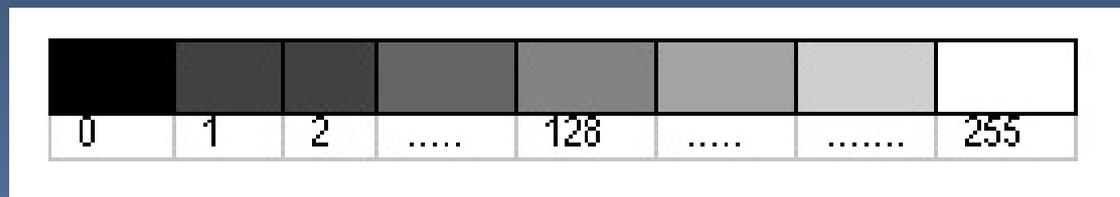
**FIGURE 2.15** An example of the digital image acquisition process. (a) Energy (“illumination”) source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

# Perolehan Citra Digital



# Palet Warna

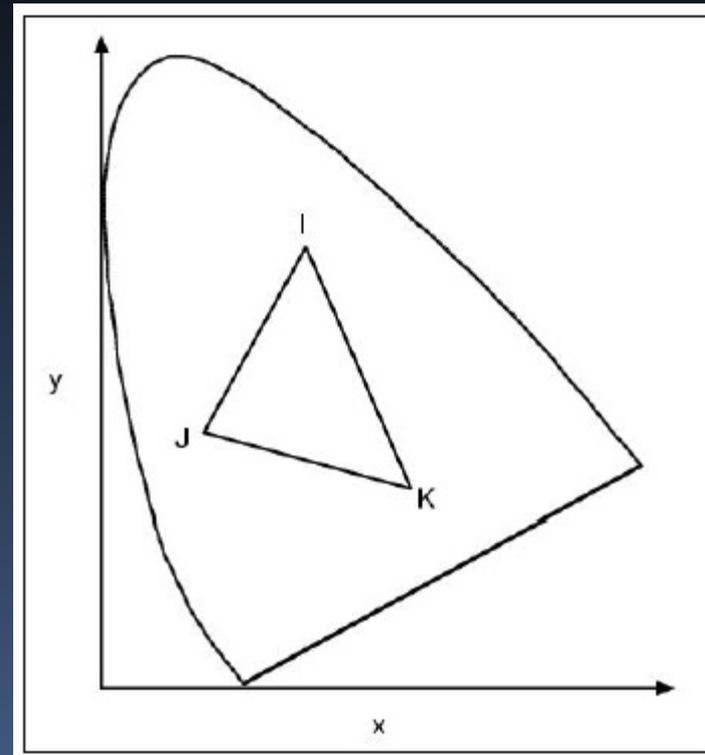
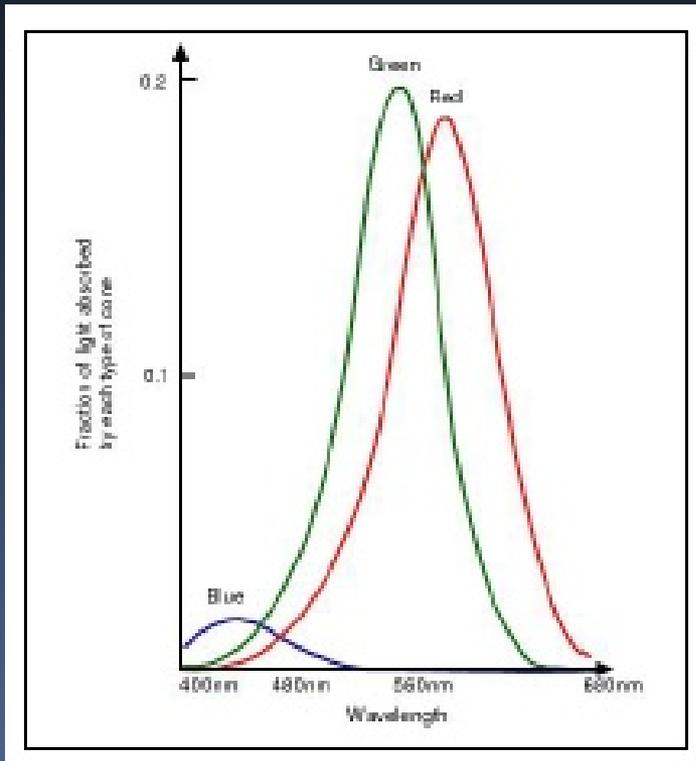
- Bagaimana sebuah citra direpresentasikan dalam file?
  - Pertama-tama seperti halnya jika kita ingin melukis sebuah gambar, kita harus memiliki palet dan kanvas
    - Palet: kumpulan warna yang dapat membentuk citra, sama halnya seperti kita hendak melukis dengan cat warna, kita memiliki palet yang bisa kita isikan berbagai warna cat air
    - Setiap warna yang berbeda dalam palet tersebut kita beri nomor (berupa angka)
    - Contoh untuk citra monokrom (warnanya hanya putih-abuabu-hitam), berarti kita memiliki palet sbb:



# TIGA KUANTISASI YANG DAPAT DIGUNAKAN UNTUK MENGGAMBARAKAN WARNA:

- **Hue** ditentukan oleh dominan panjang gelombang. Warna yang dapat dilihat oleh mata memiliki panjang gelombang antara 400 nm (violet) - 700 nm (red) pada spektrum electromagnetic.
- **Saturation** ditentukan oleh tingkat kemurnian, dan tergantung pada jumlah sinar putih yang tercampur dengan hue. Suatu warna hue murni adalah secara penuh tersaturasi, yaitu tidak ada sinar putih yang tercampur. Hue dan saturation digabungkan menentukan chromaticity suatu warna. Intensitas ditentukan oleh jumlah sinar yang diserap. Semakin banyak sinar yang diserap semakin tinggi intensitas warnanya.
- **Sinar Achromatic** tidak memiliki warna, tetapi hanya ditentukan oleh atribut intensitas. Tingkat keabuan (Grey level) adalah ukuran intensitas yang ditentukan oleh energi, sehingga merupakan suatu kuantitas fisik. Dalam hal lain, brightness atau luminance ditentukan oleh persepsi warna (sehingga dapat merupakan efek psychology). Apabila diberikan sinar biru dan hijau dengan intensitas yang sama, sinar biru diterima (perceived) lebih gelap dibandingkan sinar hijau. Sehingga dapat dikatakan bahwa persepsi intensitas manusia adalah non-linear, misalkan perubahan intensitas yang dinormalisasi dari 0.1 ke 0.11 dan 0.5 ke 0.55 akan diterima dengan perubahan tingkat kecerahan (brightness) yang sama.

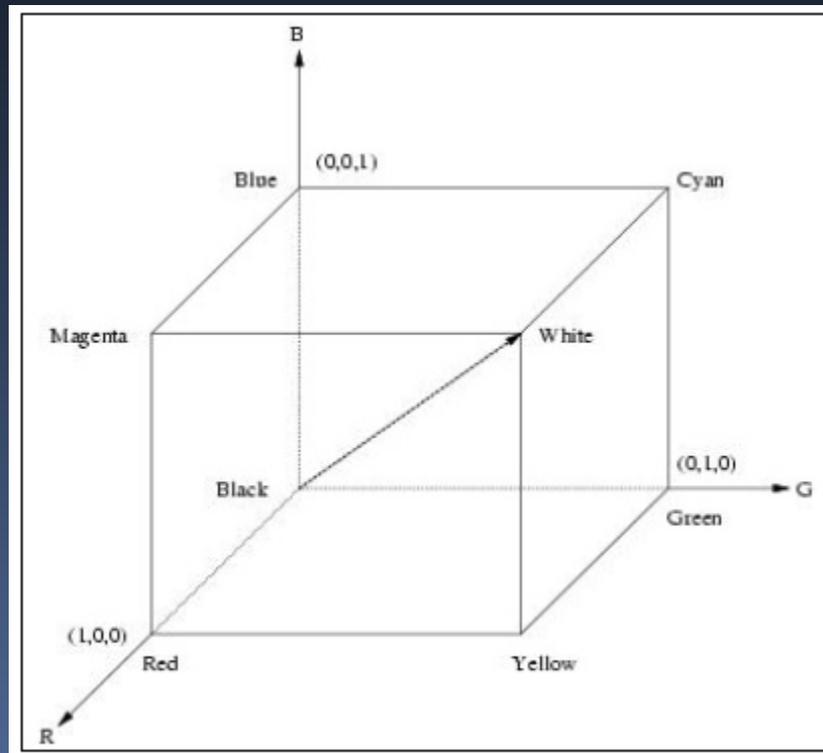
Spectral response curves for each cone type. The peaks for each curve are at 440nm (blue), 545nm (green) and 580nm (red).



Warna Campuran pada Diagram Chromaticity.

(Gonzalez & Woods, 1992)

# MODEL RGB



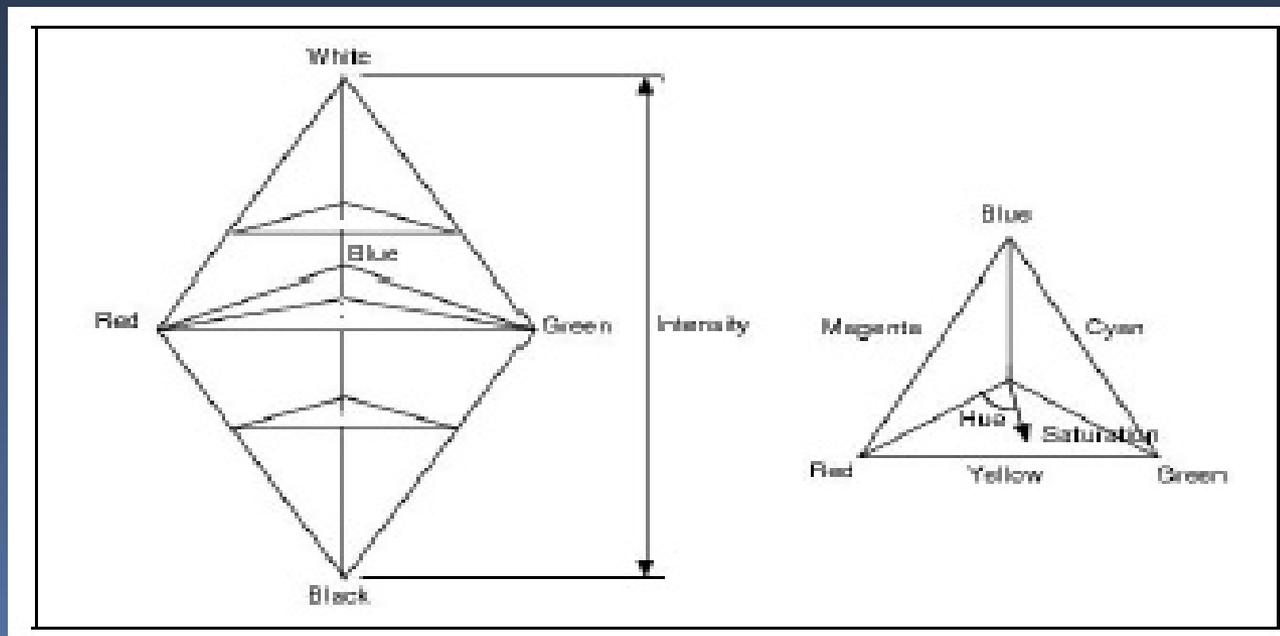
# Model CMY

Model CMY (Cyan, Magenta dan Yellow) adalah suatu model substractive yang berhubungan dengan penyerapan warna, sebagai contoh pigment warna cat. Suatu permukaan yang dicat warna cyan kemudian diiluminasi sinar putih, maka tidak ada sinar merah yang dipantulkan, dan similar untuk warna magenta dengan hijau, dan kuning dengan biru. Relasi model CMY adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

# Model HIS (Hue-Saturation-Intensity)

Gambar sebelah kiri merupakan bentuk solid HSI dan sebelah kanan adalah model segitiga HSI yang merupakan bidang datar dari pemotongan model solid HSI secara horisontal pada tingkat intensitas tertentu. Hue ditentukan dari warna merah, saturation ditentukan berdasarkan jarak dari sumbu. Warna pada permukaan model solid dibentuk dari saturasi penuh, yaitu warna murni, dan spektrum tingkat keabuan, berada pada sumbu yang solid. Untuk warna-warna ini, hue tidak didefinisikan.



# Model HIS (Hue-Saturation-Intensity)

Konversi nilai antar model RGB dan HSI adalah sebagai berikut

$$I = \frac{(R+G+B)}{3}$$

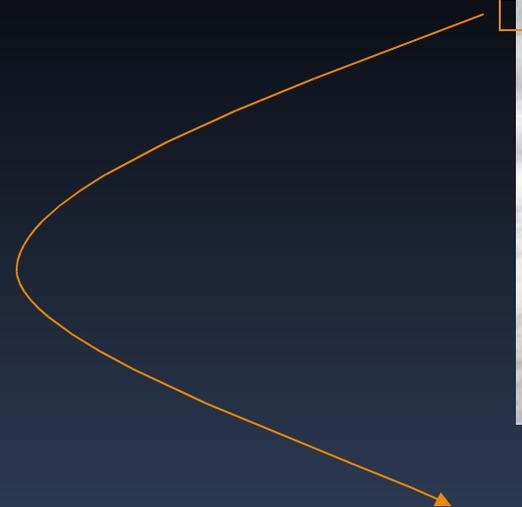
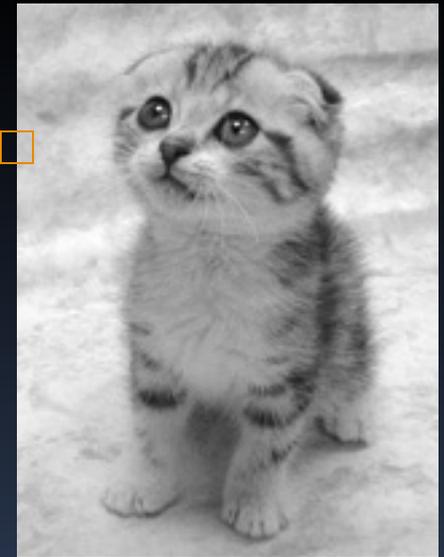
dimana kuantitas R, G, dan B adalah jumlah komponen warna merah, hijau, biru dan dinormilisasi ke [0,1]. Intensitas adalah nilai rata-rata komponen merah, hijau dan biru. Nilai saturation ditentukan sebagai:

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{I} = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \min(R, G, B)$$

# Kanvas & Matriks

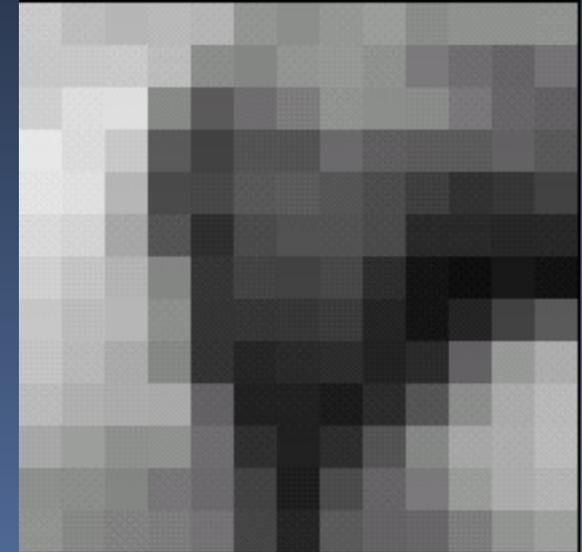
- Setelah itu kita dapat menggambar menggunakan warna-warna dalam palet tersebut di atas sebuah kanvas
- Sebuah kanvas dapat kita anggap sebagai sebuah matriks dimana setiap elemen dari matriks tersebut bisa kita isikan dengan salah satu warna dari palet
- Informasi tentang palet (korespondensi antara warna dengan angka) disimpan dalam komputer (program pembuka citra seperti Paint, Photoshop, dll) sehingga sebuah file citra dalam komputer hanya perlu menyimpan angka-angka yang merepresentasikan sebuah warna.
- → sebuah citra direpresentasikan dalam sebuah matriks yang berisi angka-angka

# Contoh



201	188	181	185	180	147	140	149	155	138	144	144	145
199	200	201	188	139	132	147	150	143	123	112	102	117
207	221	222	136	90	111	125	145	140	138	122	104	97
231	219	200	90	65	84	84	107	95	92	92	99	89
227	223	181	74	72	89	92	86	77	63	50	55	65
217	211	166	85	47	75	82	83	75	42	42	39	40
208	195	179	131	54	68	66	72	46	21	15	24	19
198	187	181	141	53	54	55	59	37	21	37	66	90
195	184	170	134	52	38	42	45	35	43	98	152	172
186	175	171	169	100	34	34	27	44	85	139	170	184
167	156	142	144	112	48	32	46	84	133	166	172	186
142	139	131	120	108	67	30	76	102	123	153	171	178
145	134	128	125	117	70	38	91	101	105	125	146	157

=



# Alur

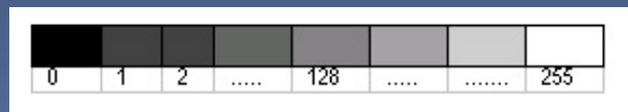
- Jika kita menyimpan gambar kucing tadi ke dalam sebuah file (kucing.bmp), maka yang disimpan dalam file tersebut adalah angka-angka yang diperoleh dari matriks kanvas.

File kucing.bmp:



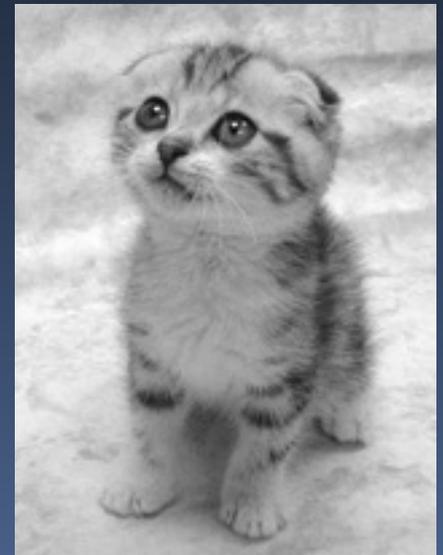
input

Program pembuka citra  
(Paint, Photoshop, dll)



Informasi palet dan format file citra

Ditampilkan di layar



# Representasi dalam File

- Untuk Windows Bitmap Files (.bmp)
  - Ada header berisi informasi jumlah baris dan kolom dalam citra, informasi palet, dll
  - Header langsung diikuti dengan angka-angka dalam matriks, disusun perbaris
  - Baris pertama langsung diikuti baris kedua, dst
  - Bagaimana mengetahui awal suatu baris? (misal untuk membedakan citra berukuran 100x200 dengan 200x100) → lihat informasi jumlah baris dan jumlah kolom di header

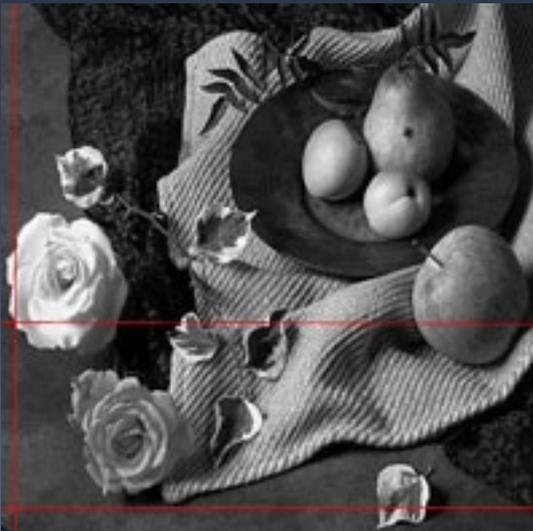
Header	Baris 1	.....	Baris terakhir
--------	---------	-------	----------------

# Representasi dalam File

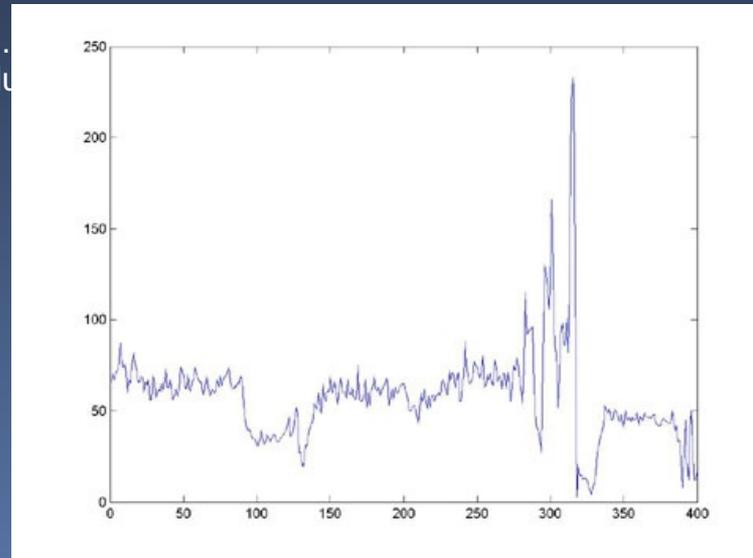
- Ada bermacam format representasi citra dalam file, seperti bmp, tif, jpg, dan sebagainya.
- Format BMP merupakan format yang kurang efisien, karena semua informasi angka dalam baris disimpan semua. Misalkan ukuran header adalah H byte, ukuran citra 100x100 byte monokrom, maka ukuran file bmp tersebut adalah :  $H + \text{data citra} = H + 10000 \text{ Byte}$
- Bagian data citra (10000 byte) sebenarnya bisa dikompresi agar ukuran file tidak terlalu besar. Salah satu cara kompresi adalah dengan terlebih dahulu mentransformasikan citra ke ruang yang berbeda (contoh: format file JPEG)

# Hubungan dengan frekuensi

- Citra → ambil 1 baris → plot (sumbu x: posisi piksel dalam baris, sumbu y: intensitas keabuan/warna)

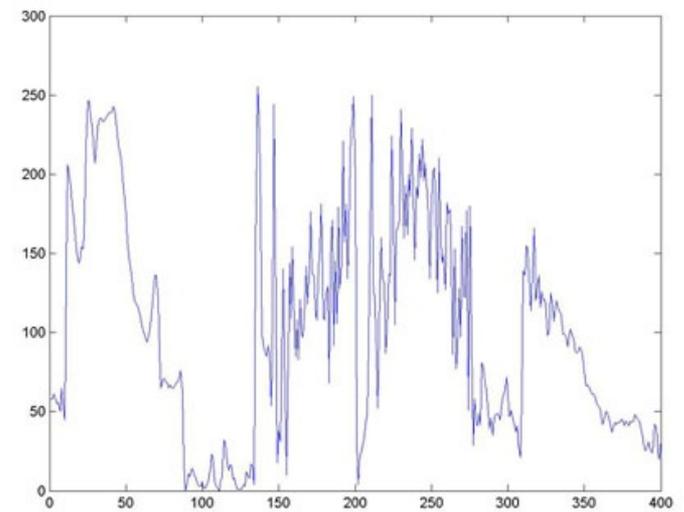
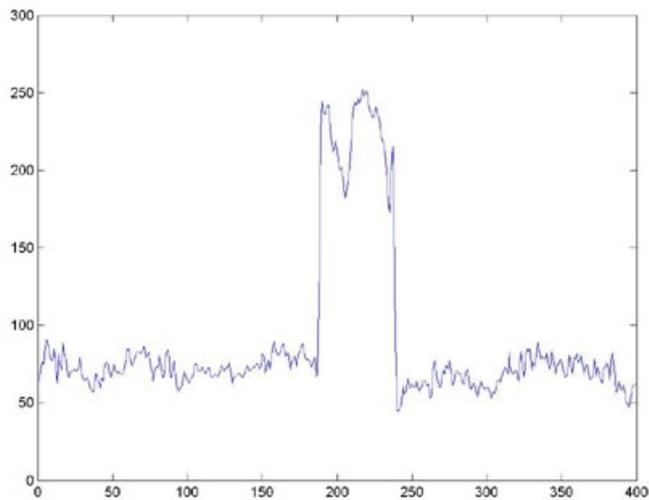


```
Columns 1-9 :      71 70  70  70  73  77  81  83
73
.....
Columns 307-315:  92  93  84  93  96  79 121 218
232
Columns 316-324: 233  74  0  11  24  14  14  13
11
.....
Colu
```



# Hubungan dengan Frekuensi

- Frekuensi dapat dilihat perbaris dan perkolom atau perbidang





THANKS