



PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Aditya Wikan Mahastama
mahas@ukdw.ac.id



Sistem Optik dan
Proses Akuisisi Citra Digital

2



SISTEM OPTIK MANUSIA

- Bisa dilihat pada slide berikut.



ELEMEN PEMROSES CITRA DIGITAL

Elemen pemroses citra digital:

- Digitizer
- Komputer
- Piranti tampilan
- Penyimpan

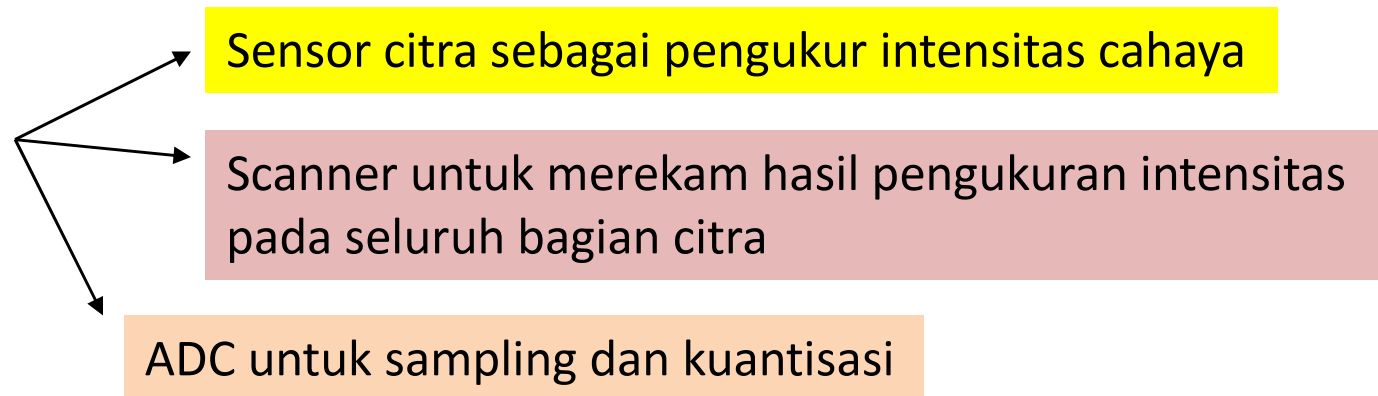
Digitizer (atau *digital image acquisition system*):

Sistem penangkap citra digital yang melakukan *scanning* citra dan mengkonversinya ke dalam bentuk numerik sebagai input bagi komputer.

Hasil digitizer:

Matriks yg elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pd suatu titik. Contoh: *scanner*, kamera digital

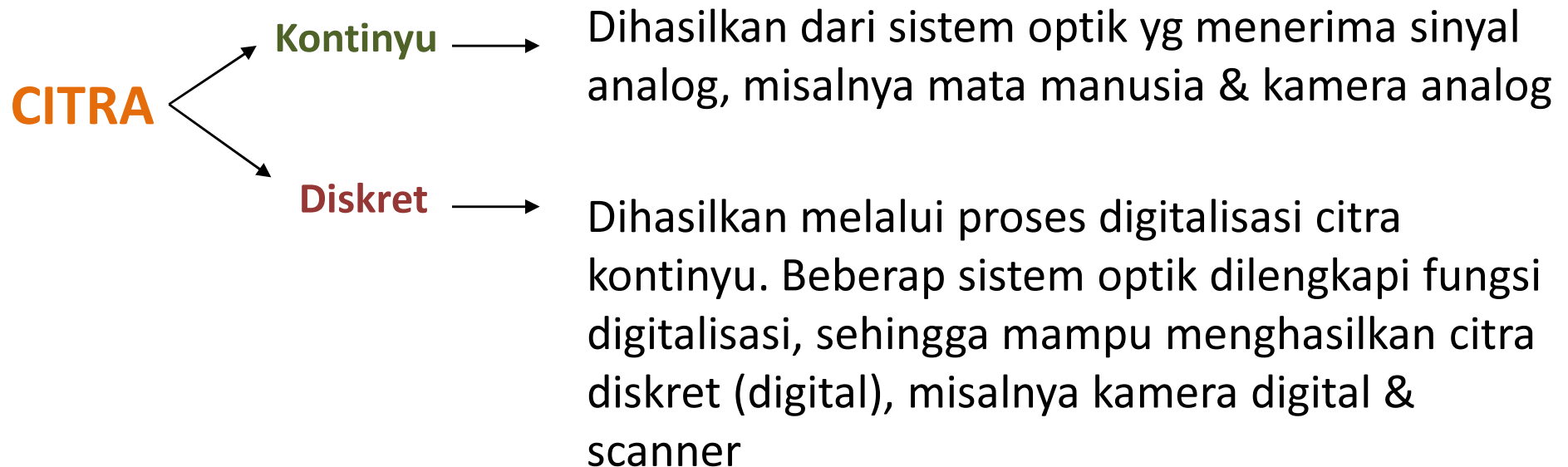
Komponen digitizer



- **Komputer** sebagai pemroses
- **Piranti tampilan** mengkonversi matriks intensitas yang merepresentasikan citra ke tampilan yang dapat diinterpretasi oleh manusia, contoh: monitor, printer
- **Media penyimpanan** untuk menyimpan citra digital, contoh: disk



AKUISISI (PEMBENTUKAN) CITRA DIGITAL

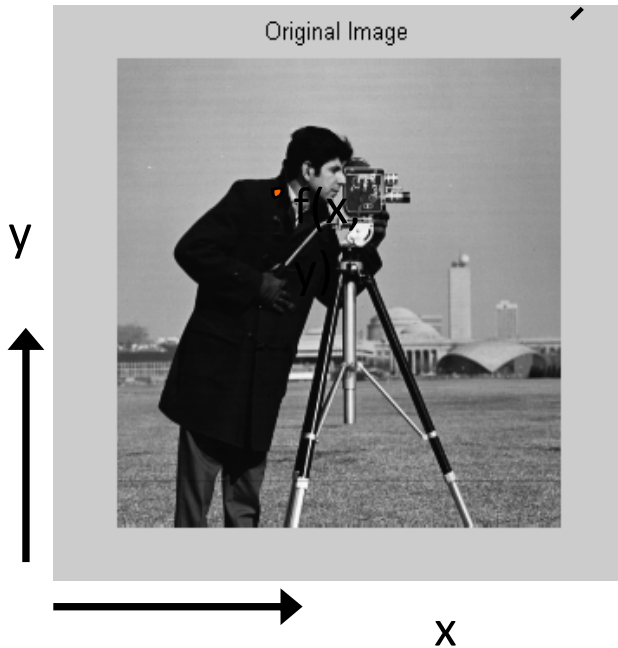


Model Citra

Citra merupakan fungsi malar (kontinyu) dari intensitas cahaya pada bidang 2 dimensi. Secara matematis **fungsi intensitas cahaya pada bidang 2D** disimbolkan dengan **$f(x,y)$**

(x,y) : koordinat kartesian

$f(x,y)$: intensitas cahaya (*brightness*) pada titik (x,y)



Gbr 2.1 Cara penentuan koordinat titik dlm citra

Cahaya merupakan energi, sehingga intensitas cahaya $f(x,y)$ bernilai:

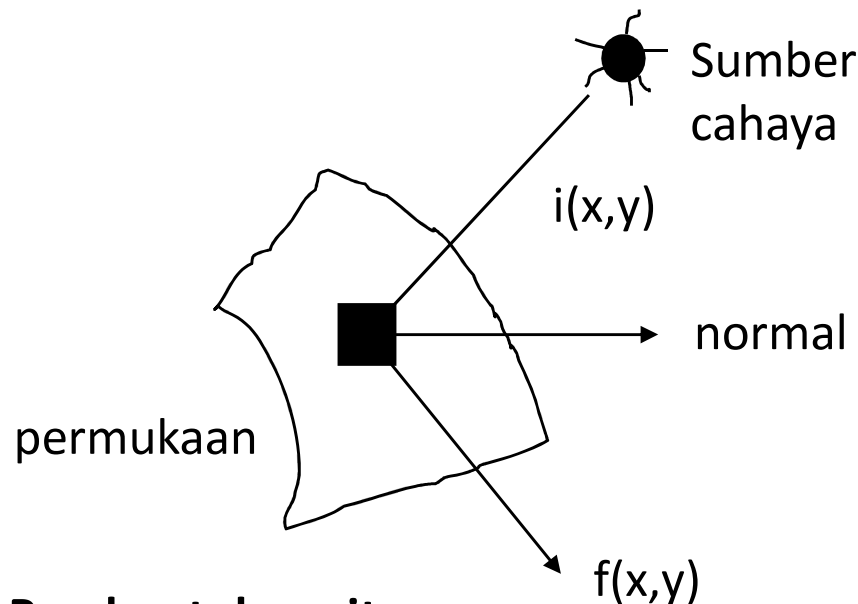
$$0 \leq f(x,y) < \infty$$

$$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$$

Dengan,

$i(x,y)$: jumlah cahaya yg berasal dari sumbernya (*illumination*), $0 \leq i(x,y) < \infty$

$r(x,y)$: derajat kemampuan objek memantulkan cahaya (*reflection*), $0 \leq r(x,y) \leq 1$



Gbr 2.2 Pembentukan citra



Contoh nilai $i(x,y)$:

- Cuaca cerah, matahari menghasilkan iluminasi sekitar 9000 *foot candles*.
- Cuaca mendung atau berawan, matahari menghasilkan iluminasi sekitar 1000 *foot candles*

Contoh nilai $r(x,y)$

- Benda hitam 0.01
- Dinding putih 0.8

Intensitas $f(x,y)$ pd gambar hitam putih disebut **derajat keabuan** (grey level), derajat keabuannya bergerak dari hitam ke putih. Citranya disebut **citra keabuan** (**greyscale image**).

Rentang nilai derajat keabuan dari I_{min} sampai I_{max}

$$I_{min} < f < I_{max}$$

Selang (I_{min}, I_{max}) disebut **skala keabuan**

Karena alasan praktis, (I_{min}, I_{max}) sering digeser menjadi selang $[0, L]$
Intensitas 0 = hitam, L = putih dan nilai antara 0 sampai L bergeser dari hitam ke putih



Contoh:

Citra keabuan dgn 128 level: skala abu-abu dari 0 sampai 127 atau [0,127].

Citra keabuan = citra satu kanal karena warnanya hanya ditentukan oleh satu fungsi intensitas.

Citra berwarna = citra spektral, krn warnanya terdiri atas tiga komponen warna yaitu RGB (red, green, blue).

Intensitas suatu titik pd citra warna merupakan kombinasi tiga intensitas:

Derajat keabuan merah $f_{\text{merah}}(x,y)$, hijau $f_{\text{hijau}}(x,y)$, dan biru $f_{\text{biru}}(x,y)$

Digitalisasi Citra

Digitalisasi: representasi citra dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskret.

citra yg dihasilkan disebut *digital image (citra digital)*. Dimensi ukuran dinyatakan dengan tinggi (N) x lebar (M) atau (lebar x panjang).

Citra digital dengan L derajat keabuan, fungsinya dapat ditulis sbb:

$$f(x, y) \begin{cases} 0 \leq x \leq M-1 \\ 0 \leq y \leq N-1 \\ 0 \leq f \leq L \end{cases}$$



Citra digital ukuran N (baris) x M (kolom) dinyatakan dgn matriks:

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

Indeks **baris** i dan **kolom** j menyatakan koordinat titik pd citra.

$f(i,j)$: **intensitas** (derajat keabuan) pd titik (i,j)

Tiap elemen citra digital (elemen matriks) disebut *image element*, *picture element* atau *pixel* atau *pel*

N x M buah pixel

Contoh: citra ukuran 128 x 128 pixel dinyatakan secara numerik dengan matriks, 128 baris (pd indeks i dari 0-127) dan 128 kolom (pd indeks j dari 0-127), contoh:

Citra dengan level keabuan 256

$$\begin{pmatrix} 0 & 100 & 100 & \dots & 255 \\ 1 & 101 & 100 & \dots & 150 \\ 100 & 200 & 10 & \dots & 100 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 200 & 254 & 120 & 140 & 120 \end{pmatrix}$$



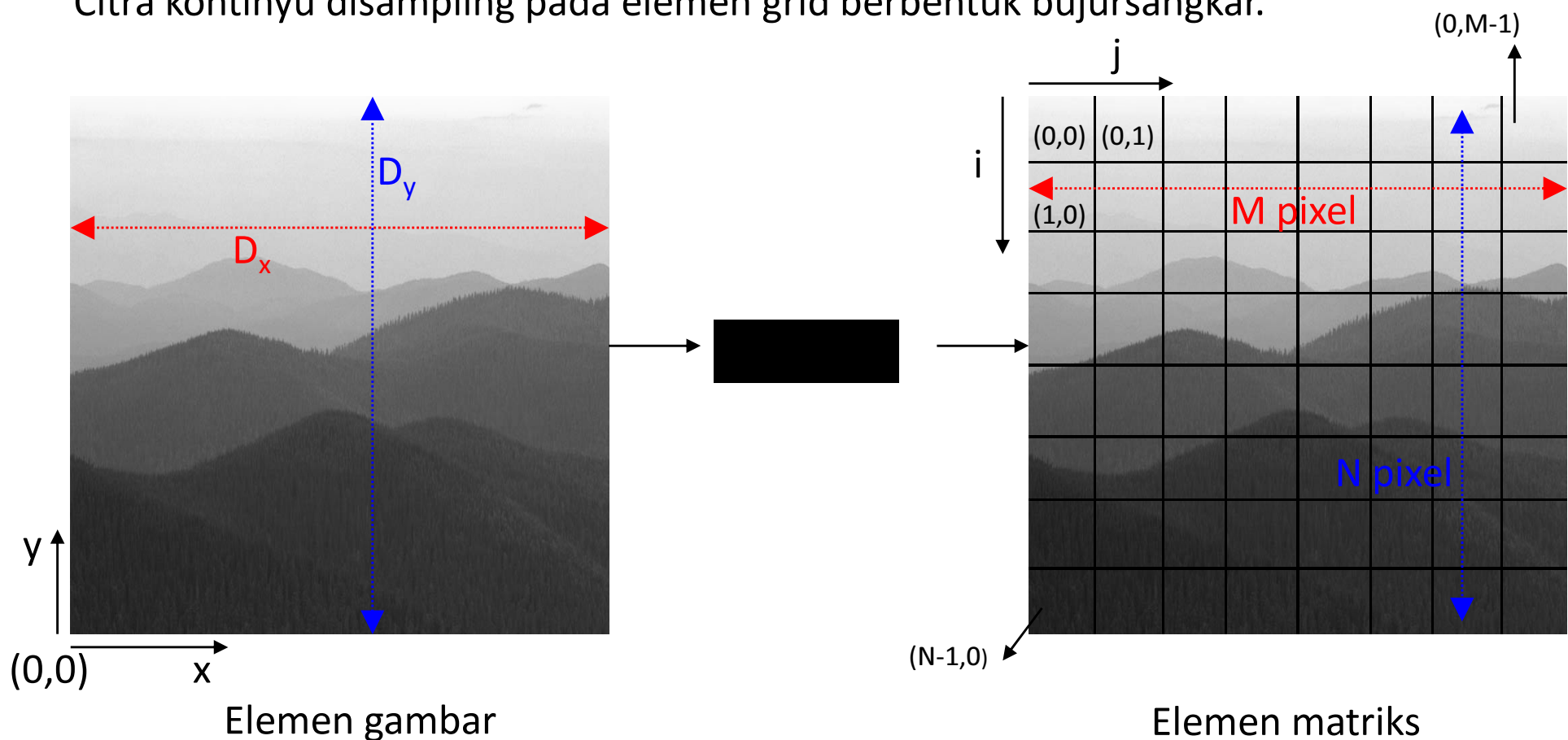
DIGITALISASI CITRA

Digitalisasi citra:

1. Digitalisasi spasial (x,y) disebut penerokan (sampling)
2. Digitalisasi intensitas $f(x,y)$ disebut kuantisasi

1. Sampling / Penerokan

Citra kontinu disampling pada elemen grid berbentuk bujursangkar.





$$x = Dx / M \text{ increment}$$

$$y = Dy / N \text{ increment}$$

N = jumlah maksimum *pixel* dalam satu kolom

M = jumlah maksimum *pixel* dalam satu baris

Dx = lebar gambar (dalam satuan panjang, mis. inci)

Dy = tinggi gambar (dalam satuan panjang, mis. inci)

Elemen (i,j) dalam matriks menyatakan rata-rata intensitas cahaya pada area citra yang direpresentasikan oleh pixel.

Resolusi (derajat rincian yang dapat dilihat) **citra** ditentukan oleh pembagian gambar menjadi jumlah piksel tertentu. Semakin banyak jumlah pixel, semakin tinggi resolusi gambar (gambar semakin halus secara visual), karena informasi yang hilang akibat pengelompokan intensitas saat sampling, semakin kecil.

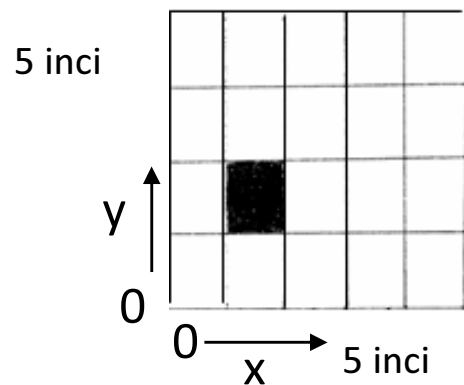


Contoh sampling:

Suatu gambar yg ukurannya **5 x 5 inci akan** dinyatakan dalam matriks ukuran **4 x 5** (4 baris dan 5 kolom) sebagai sebuah citra biner yang hanya mempunyai dua derajat keabuan saja:

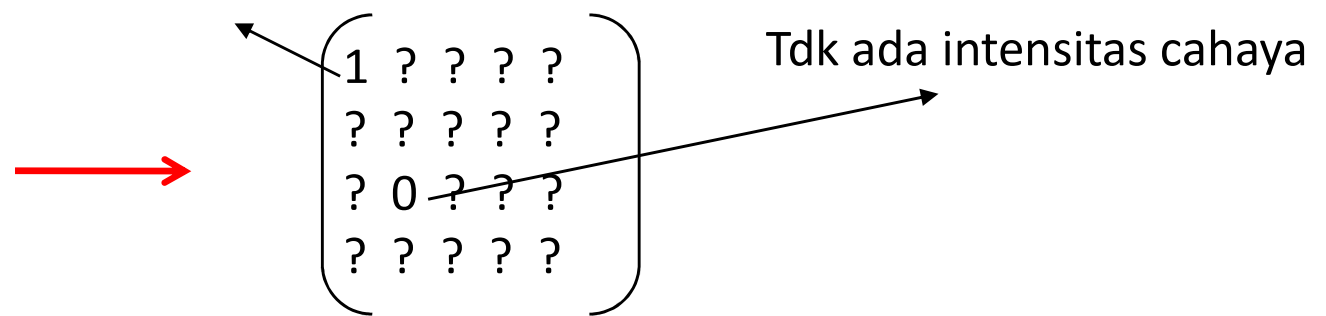
0 (gelap)

1 (terang)



Gambar yang disampling

Illuminasi maksimum



Matriks representasi gambar

Tiap elemen gambar **lebarnya 1 inci & tingginya 1,25 inci** akan direpresentasikan dengan suatu nilai yang mewakili rata-rata intensitas cahaya pada area tersebut

Area 1 x 1,25 inci pd sudut kiri atas gambar direpresentasikan oleh (0,0)

Area 1 x 1,25 inci pd sudut kanan bawah gambar direpresentasikan oleh (3,4)



2. Kuantisasi

Intensitas kontinu dikuantisasikan menjadi suatu nilai intensitas diskret.

Kuantisasi membagi skala keabuan (0, L) menjadi G buah level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan integer, umumnya perpangkatan dari 2,

$$G = 2^m, \quad G : \text{derajat keabuan}$$
$$m : \text{bil bulat positif}$$

Skala keabuan	Rentang nilai keabuan	<i>Pixel Depth</i>
$2^1 = 2$ nilai	0, 1	1 bit
2^2	0 - 3	2 bit
2^3	0 - 7	3 bit
2^8	0 - 255	8 bit

0: nilai derajat keabuan terendah dengan warna hitam

?: nilai derajat keabuan tertinggi dengan warna putih

Pixel depth: jumlah bit untuk merepresentasikan nilai keabuan pixel

Citra biasanya diasosiasikan dengan *pixel depth*-nya,

Contoh: citra dengan pixel depth 8 bit disebut citra 8-bit atau citra 256 warna



Citra keabuan pada umumnya dikuantisasi pada 256 level sehingga membutuhkan 8 bit untuk representasi setiap pixelnya ($G = 256 = 2^8$)

Citra biner dikuantisasi pada dua level saja: level 0 & 1, hanya 1 bit untuk representasi setiap pixel

Jumlah level yang dipilih saat kuantisasi menentukan kehalusan transisi antar nilai intensitas

Contoh: citra cameramen 256 x 256 pixel dengan perbedaan kuantisasi



**Pixel depth 8 bit =
256 level keabuan**



**Pixel depth 4 bit =
16 level keabuan**



Penyimpanan citra digital hasil sampling menjadi $N \times M$ pixel & dikuantisasi menjadi 2^m level keabuan membutuhkan memori sebanyak: **$N \times M \times m$ bit**

Kesimpulan:

Kualitas citra digital ditentukan oleh N , M & m , semakin tinggi nilainya, akan semakin bagus kualitasnya (semakin halus) dan mendekati citra analog



ELEMEN CITRA DIGITAL

a. *Brightness* (kecerahan)

Nama lain dari intensitas cahaya, dimana tiap pixel dalam citra bukan intensitas riil, namun merupakan intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.

b. *Contrast* (kontras)

Sebaran *lightness* (terang) & *darkness* (gelap) dalam suatu citra. Jika sebagian besar komposisi citra terang atau sebagian besar gelap maka dikatakan citra tersebut kontrasnya rendah. Jika komposisi gelap & terang tersebar merata maka dikatakan kontras citra baik.

c. *Contour* (kontur)

Kontur : keadaan yg ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel yang bertetangga. Dengan adanya perubahan intensitas, secara mata kita mampu mendeteksi *edge* (tepi) objek dalam citra.



d. *Colour* (warna)

Persepsi yg dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang Gelombang cahaya yg dipantulkan oleh objek.

Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda

Merah memiliki λ paling panjang

Ungu (violet) memiliki λ paling pendek

Warna yg diterima oleh mata: hasil kombinasi cahaya dgn λ yang berbeda.

Kombinasi warna yg memberikan rentang (spektrum) warna paling lebar adalah red, green, dan blue (**RGB**)

e. *Shape* (bentuk)

Properti intrinsik dari objek 3 dimensi yang merupakan properti intrinsik utama untuk sistem visual manusia. Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan bentuknya daripada properti lainnya.



Citra yang dibentuk oleh mata manusia adalah citra 2D, sedang objek yang dilihat adalah 3D

Informasi bentuk objek dpt diekstrak dr citra pd preprocessing dan segmentasi citra

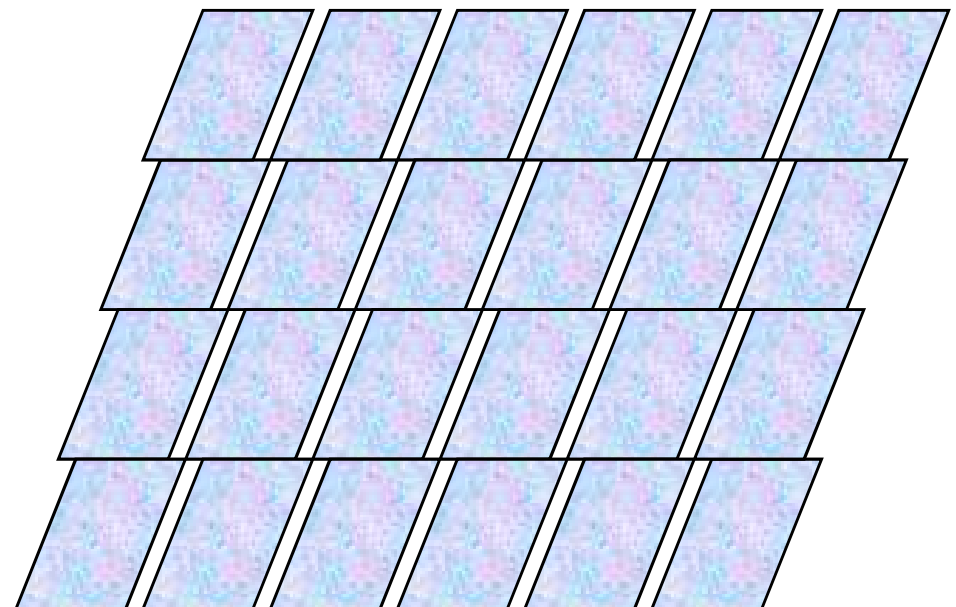
f. *Texture* (tekstur)

Didefinisikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan pixel-pixel yg bertetangga.
Sebuah pixel saja tidak dapat didefinisikan sebagai tekstur.

Contoh tekstur:

Citra ubin jika dilihat dari **jarak dekat**, tekstur terbentuk oleh detail pola yang menyusun tiap ubin

Dari **jarak jauh**, yang terlihat adalah tekstur lantai yang terbentuk oleh penempatan ubin secara keseluruhan





SELESAI UNTUK HARI INI

- Minggu depan: pre test, bahan: minggu 1 dan 2 (hari ini).
- Daftar kelompok sudah dapat dilihat di lecturer site, harap diperiksa ulang untuk nama anggota kelompok.
- Materi minggu depan: operasi titik, operasi aritmetik, operasi biner.