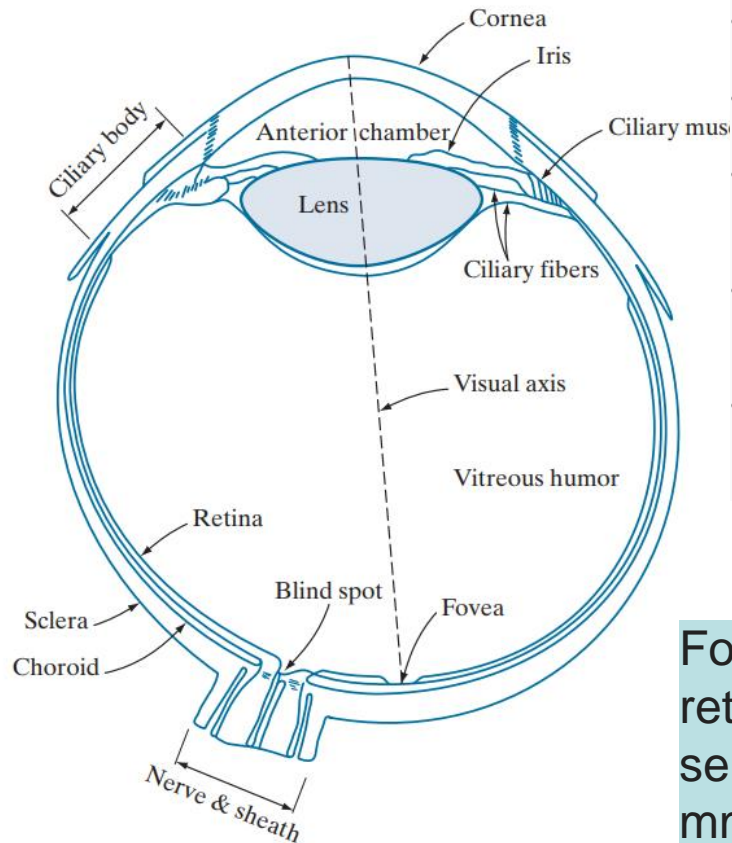


# Materi 2

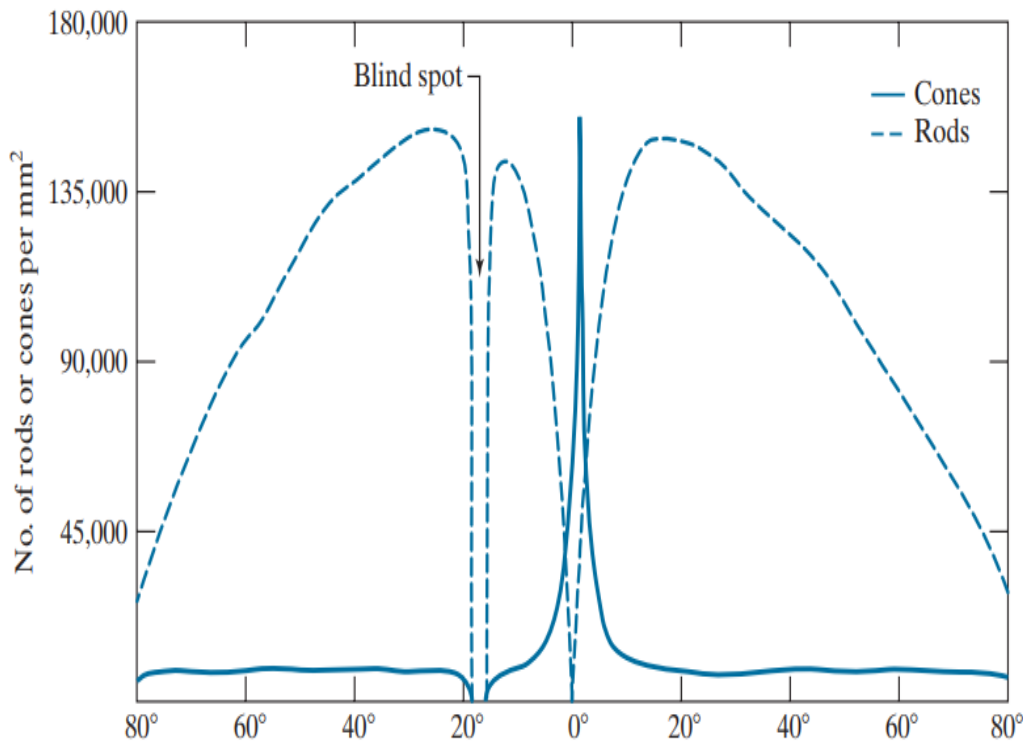
## Akuisisi Citra

# Persepsi Visual



- Gambar di samping menunjukkan penampang mata manusia yang disederhanakan.
- Bentuk Mata hampir seperti bola (dengan diameter sekitar 20 mm) dikelilingi oleh tiga membran: kornea dan penutup luar sklera; koroid; dan retina.
- Kornea keras, memiliki jaringan transparan dan yang menutupi permukaan anterior mata.
- Yang terhubung dengan kornea adalah sklera, membran buram yang membungkus sisa bola optik.
- Koroid terletak tepat di bawah sklera. Membran ini mengandung jaringan pembuluh darah yang berfungsi sebagai sumber nutrisi utama bagi mata.
- Cedera superfisial pada koroid bisa menyebabkan kerusakan mata yang parah akibat peradangan yang membatasi aliran darah.
- Lapisan koroid sangat berpigmen, yang membantu mengurangi jumlah cahaya asing yang memasuki mata dan hamburan balik di dalam bola optik.

Fovea adalah lekukan melingkar di retina dengan diameter sekitar 1,5 mm, sehingga memiliki luas sekitar 1,77 mm<sup>2</sup>.



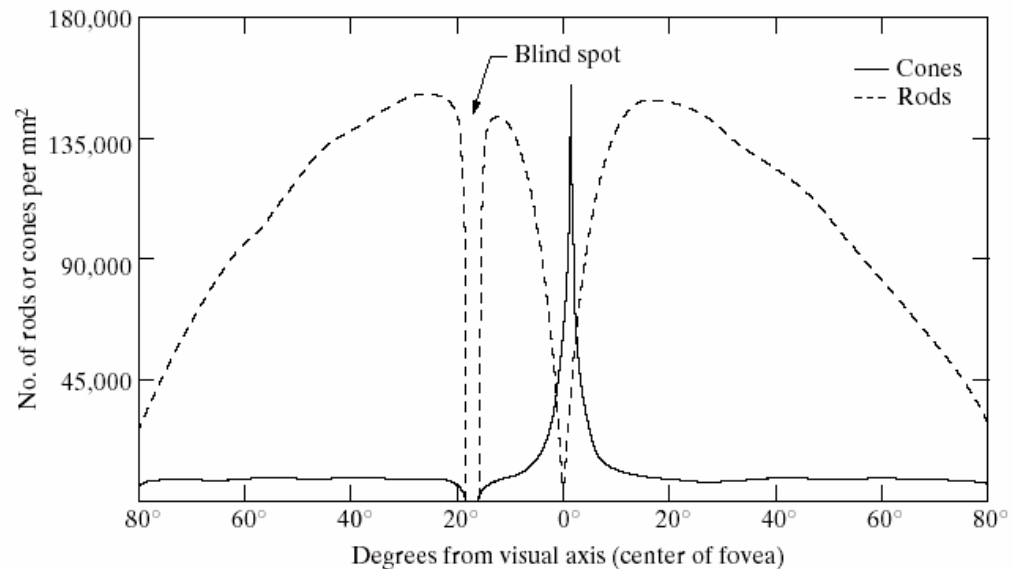
Seperti yang ditunjukkan Gambar  
kerapatan kerucut di area retina itu berada  
di urutan 150.000 elemen per mm<sup>2</sup>

- Berdasarkan angka-angka ini, jumlah kerucut di fovea, yang merupakan wilayah ketajaman tertinggi di mata, adalah sekitar 265.000 elemen.
- Chip pencitraan elektronik modern melebihi ini angka dengan faktor besar.
- Sedangkan kemampuan manusia untuk mengintegrasikan kecerdasan dan pengalaman dengan penglihatan membuat perbandingan kuantitatif murni agak dangkal, selanjutnya bahwa sensor pencitraan elektronik dapat dengan mudah terlampaui kemampuan mata dalam menyelesaikan detail gambar.

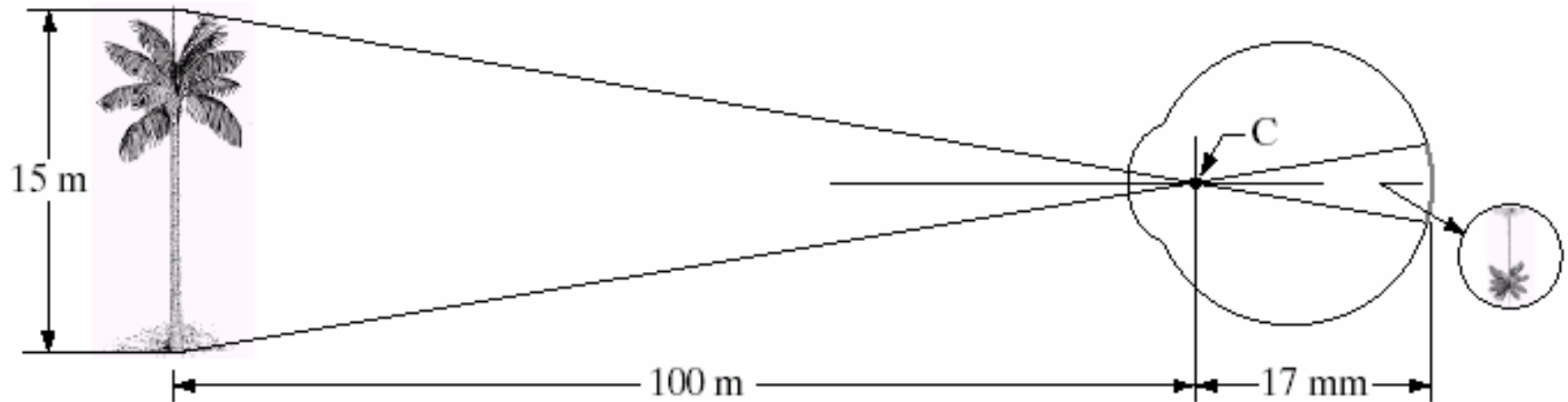
# Persepsi Visual

- Fovea dapat dianalogkan kotak sensor array seluas 1. mm x 1.5 mm
- Total cone 150.000/mm<sup>2</sup>

Tingkat kepadatan reseptor (cones dan rods)



# Formasi Citra pada Mata



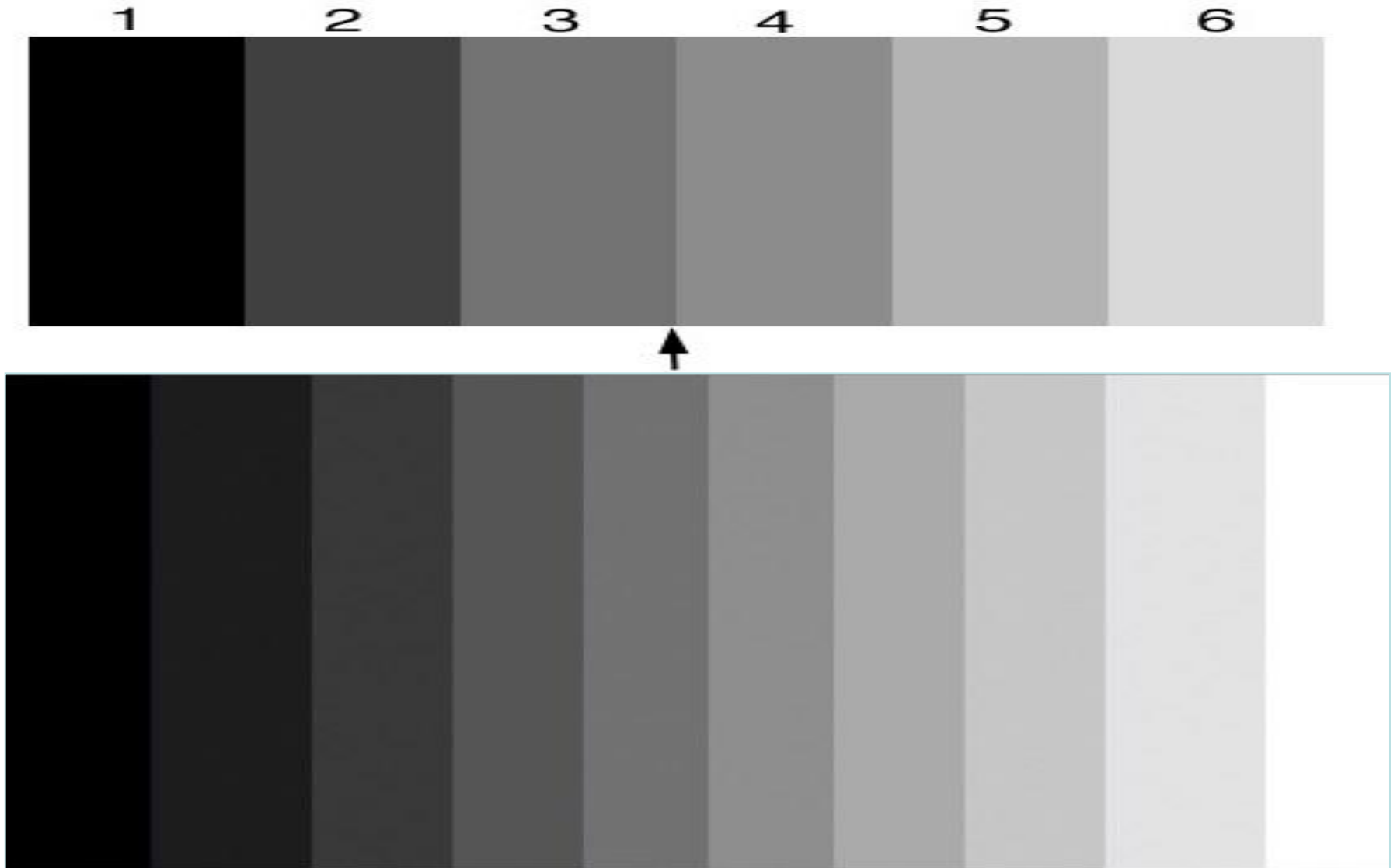
- Tinggi bayangan pohon pada retina  $h$ :  
 $15/100 = h/17 \rightarrow 2.55 \text{ mm}$

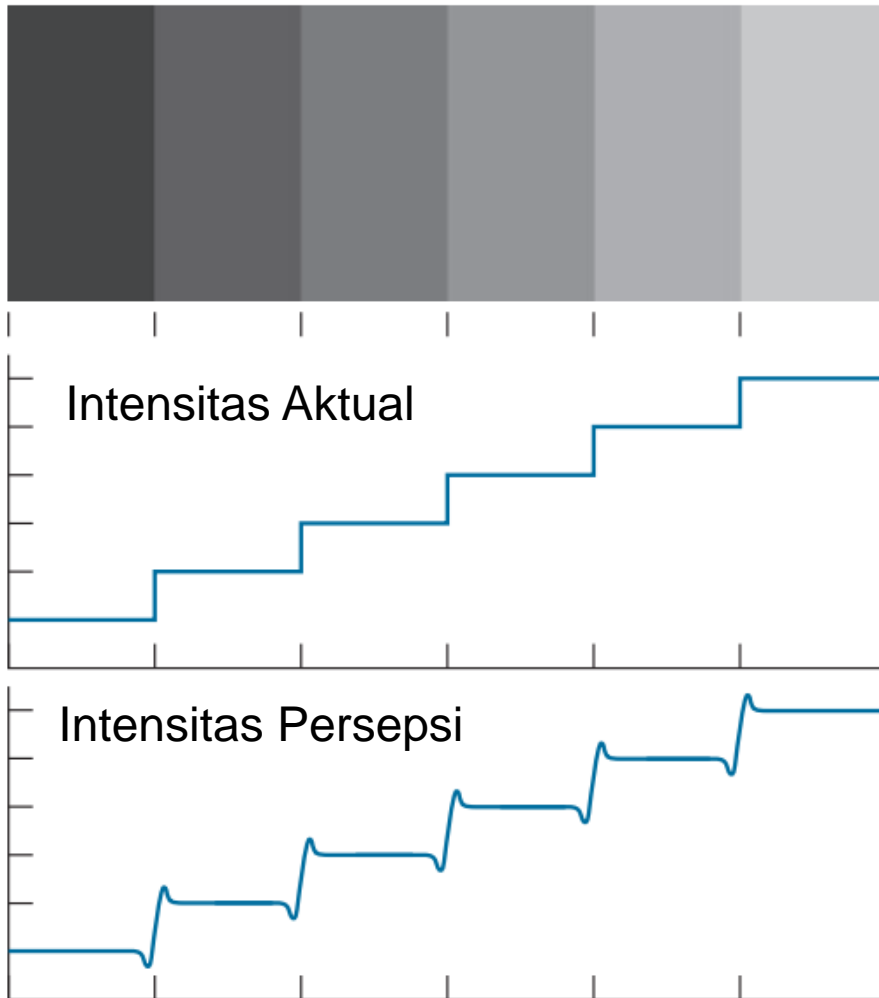
# Adaptasi terhadap Tingkat Kecerahan dan Discrimination.

- Mata memiliki kemampuan untuk mengadaptasi secara alamiah terhadap seberapa banyaknya cahaya yang masuk kedalam mata untuk mendapatkan pandangan yang baik dan memiliki daya reflek yang memungkinkan mata terlindungi dari masuknya cahaya yang berlebihan kedalam mata. Mata dapat mengadaptasi jumlah intensitas cahaya dalam range sebesar  $10^6$  pangkat 6.
- Dimana jarak transisi dari scotopic sampai kepada photopic vision sebesar 0.001 sampai 0.1 milliambert.
- Kemampuan mata untuk beradaptasi dengan berbagai macam intensitas cahaya atau gradasi tingkat kecermerlangan disebut dengan *Brightness Adaptation*. Tetapi mata tidak dengan mudah memiliki kepekaan untuk mengatasi Brightness.
- Fenomena untuk membedakan tingkat kecermerlangan adalah Mach Band dan Simultaneous Contrast.

# Mach Band

ditemukan Ernst Mach



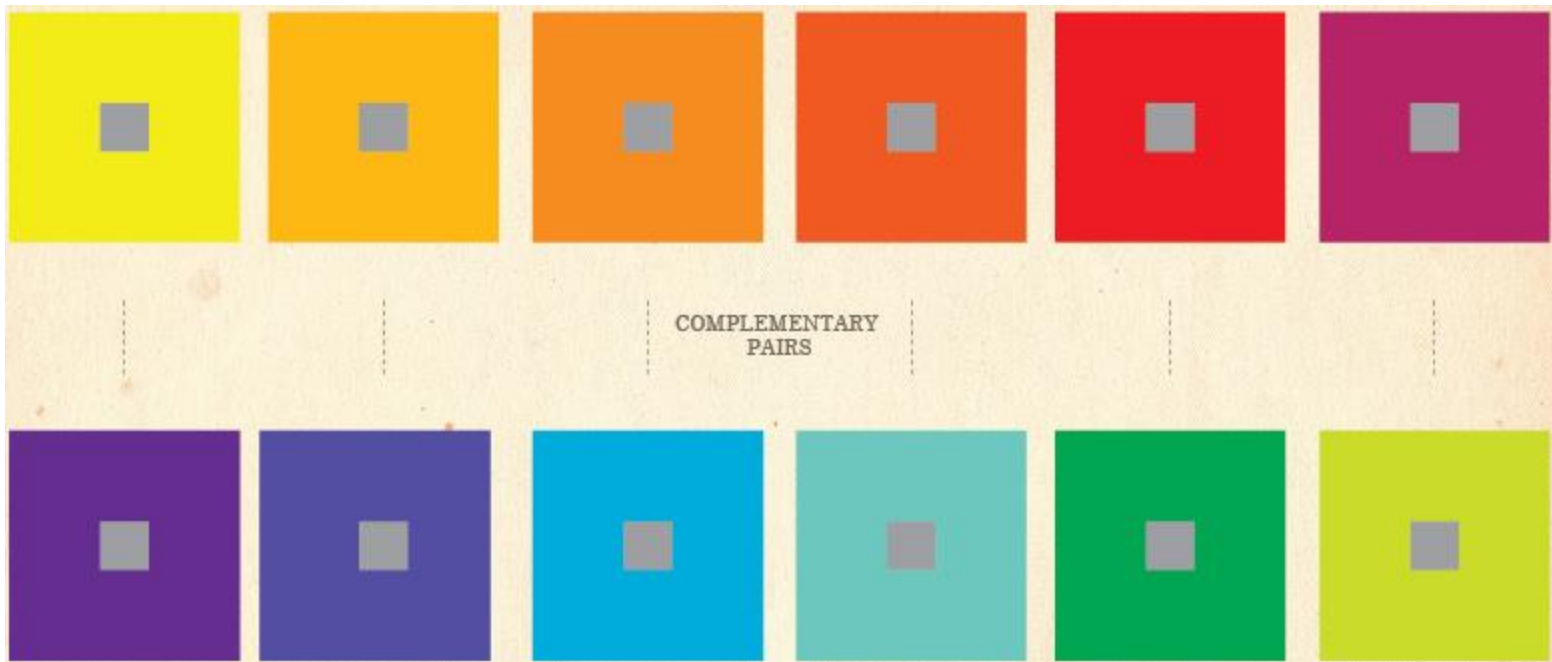
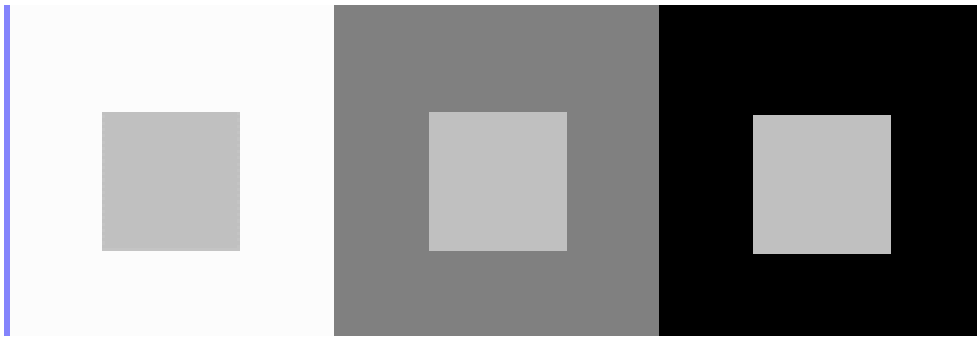


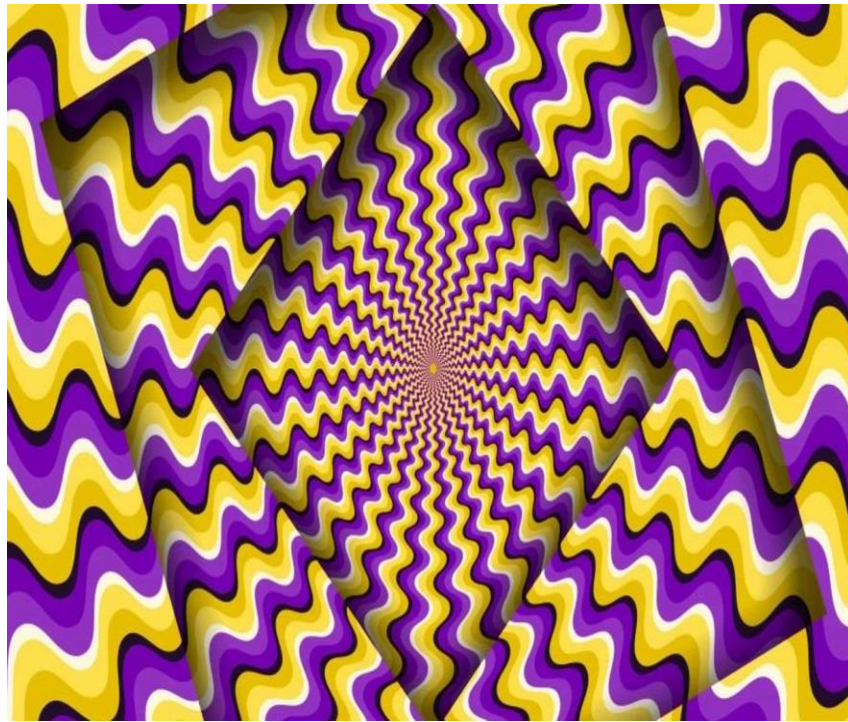
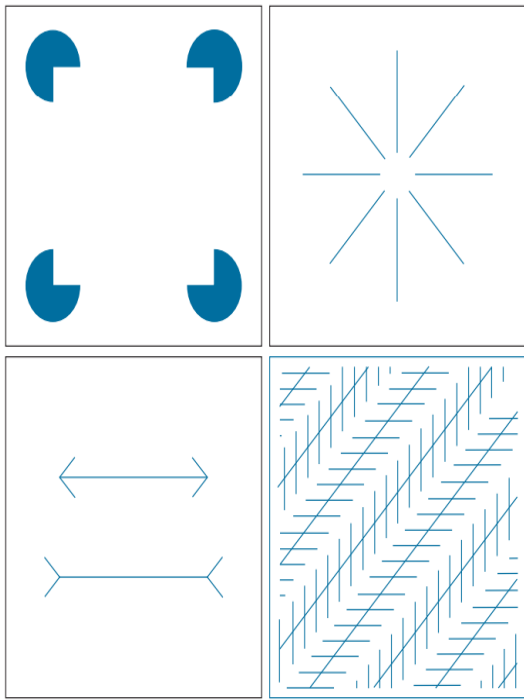
Ilustrasi dari EfekMach Band.  
Ada perbedaan fungsi pada  
intensitas aktual dan intensitas  
persepsi



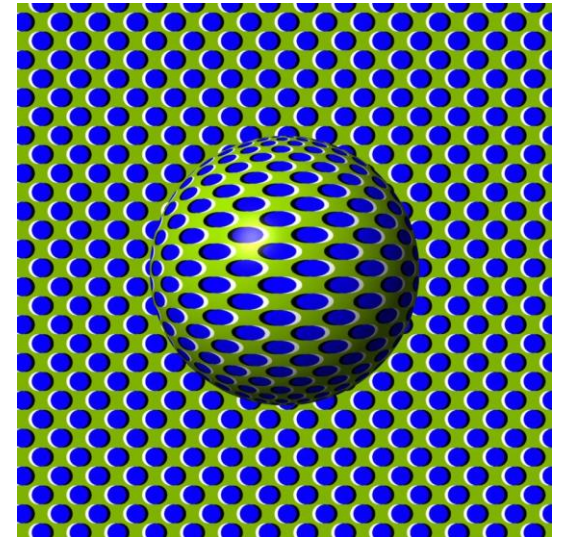
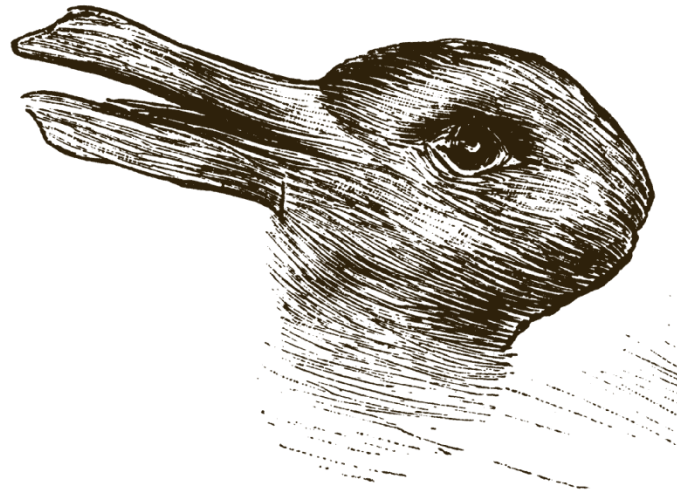
# Simultaneous Contrast

Semua kotak di bagian dalam memiliki intensitas yang sama, tetapi tampak semakin gelap saat latar belakang menjadi lebih terang

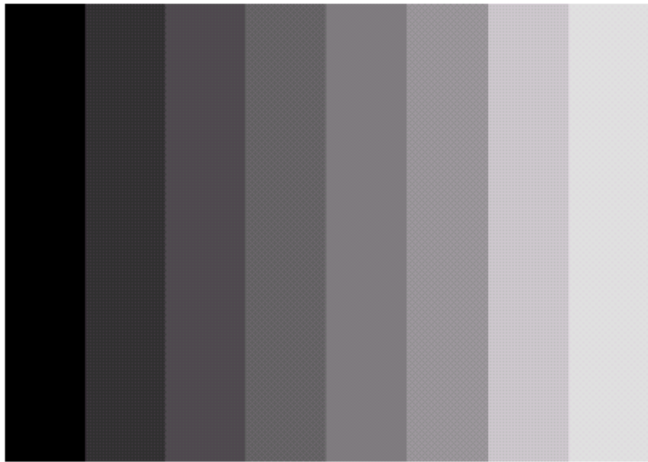




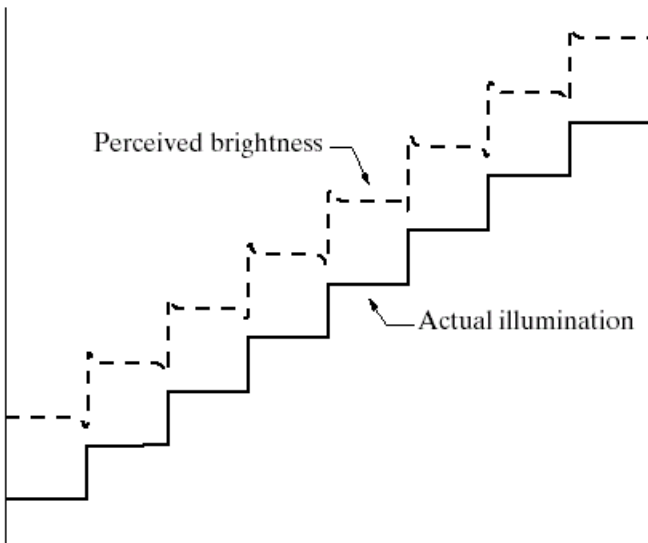
# Optical Illusion



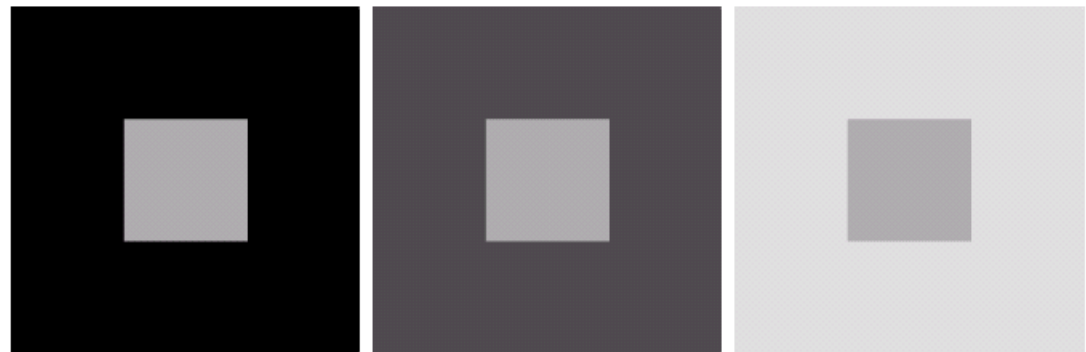
# Dinamika Impresi Mata



← Mach Band



## Simultaneous contrast



a b c

**FIGURE 2.8** Examples of simultaneous contrast. All the inner squares have the same intensity, but they appear progressively darker as the background becomes lighter.

# Agenda Slide ini

- Memberikan pemahaman tentang konsep-konsep dasar dalam pengolahan citra digital, a.l.:
  - Apakah pengolahan citra digital?
  - Sampling dan kuantisasi citra
  - Representasi citra digital
  - Resolusi spasial dan tingkat keabuan
  - Pembesaran dan penyusutan citra digital
  - Tetangga piksel, adjacency, path, connected component

# Definisi Citra Digital

- Suatu citra bisa didefinisikan sebagai fungsi 2D,  $f(x,y)$ , dengan :
  - $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial
  - amplitudo  $f$  pada pasangan koordinat  $(x,y)$  yang disebut intensitas atau tingkat keabuan citra pada titik tersebut
- Jika  $x$ ,  $y$  dan  $f$  semuanya berhingga, dan nilainya diskrit, kita menyebut citra tersebut sebagai citra digital.

# Pengolahan Citra Digital

- Citra digital tersusun atas sejumlah berhingga elemen, masing-masing memiliki lokasi dan nilai/intensitas tertentu. Elemen-elemen ini disebut elemen gambar, elemen citra, pels, dan juga piksel.
- Bidang ilmu pengolahan citra digital merujuk pada pemrosesan citra digital menggunakan komputer digital. Citra digital yang bisa diproses mencakup hampir keseluruhan spektrum gelombang elektromagnetik, mulai dari sinar gamma sampai gelombang radio.

# Level Pemrosesan

- Tiga tipe proses komputasi :
  - Low-level
  - Mid-level
  - High-level
- Proses low-level
  - mencakup operasi-operasi primitif seperti :
    - preprosesing citra untuk mengurangi noise
    - perbaikan kontras
    - penajaman citra.
  - Ciri dari proses low-level adalah input maupun outputnya berupa citra.

# Level Pemrosesan

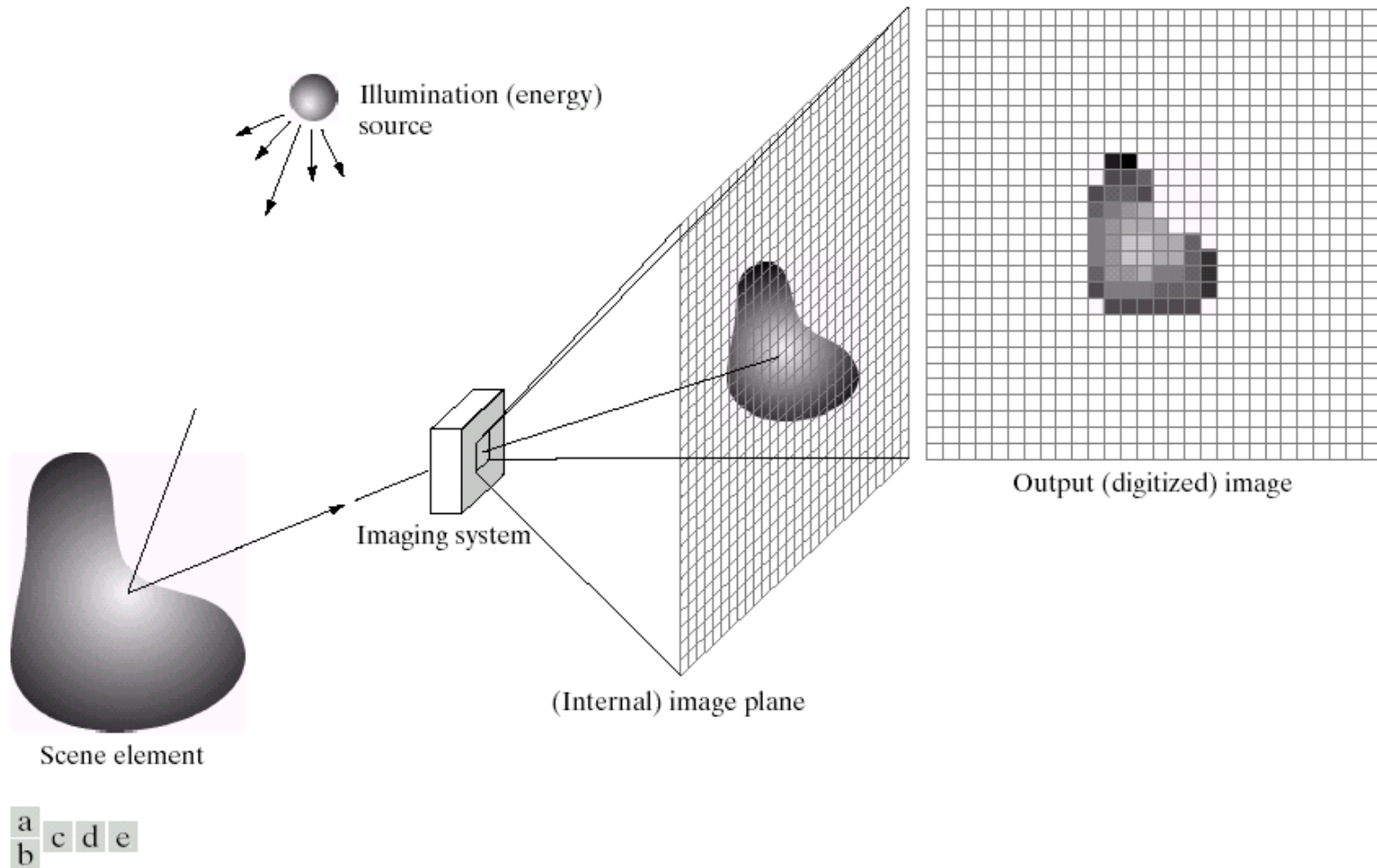
- Proses mid-level
  - Mencakup tugas-tugas seperti:
    - segmentasi (mempartisi citra ke dalam region-region atau objek-objek)
    - Deskripsi objek-objek tersebut menjadi bentuk yang sesuai untuk pemrosesan komputer
    - Klasifikasi (pengenalan) objek.
  - Ciri dari proses mid-level:
    - inputnya citra
    - outputnya adalah atribut-atribut yang diekstrak dari citra (misal: edges, contours).



# Level Pemrosesan

- Proses high-level
  - Menjadikan objek-objek yang dikenali dari citra menjadi berguna, terkait tugas-tugas manusia yang biasa diselesaikan dengan memanfaatkan vision (mata) manusia.
  - Misal sistem absensi sidik jari, sistem pengaturan lalu lintas, pengorganisasian basisdata citra berukuran besar menggunakan *content-based image retrieval*.
- Kuliah ini hanya mencakup pemrosesan low-level dan mid-level.

# Proses Digitalisasi

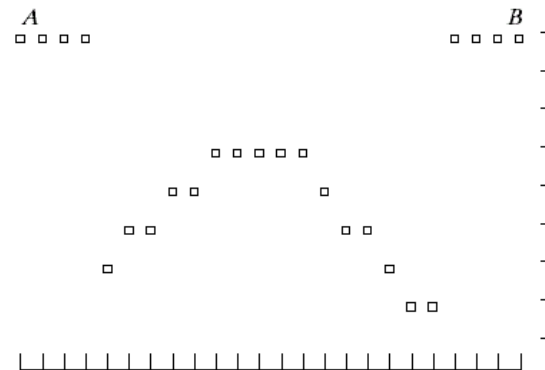
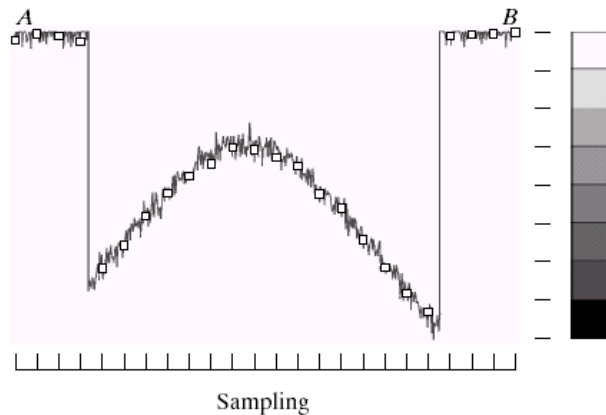
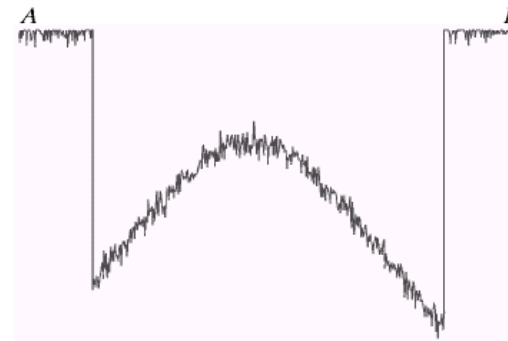
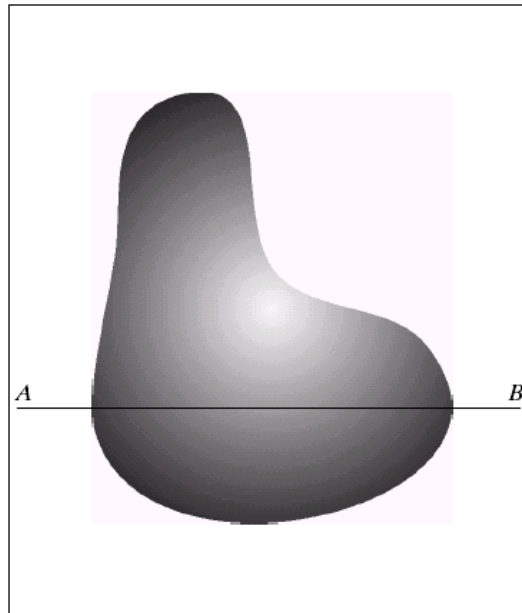


**FIGURE 2.15** An example of the digital image acquisition process. (a) Energy ("illumination") source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

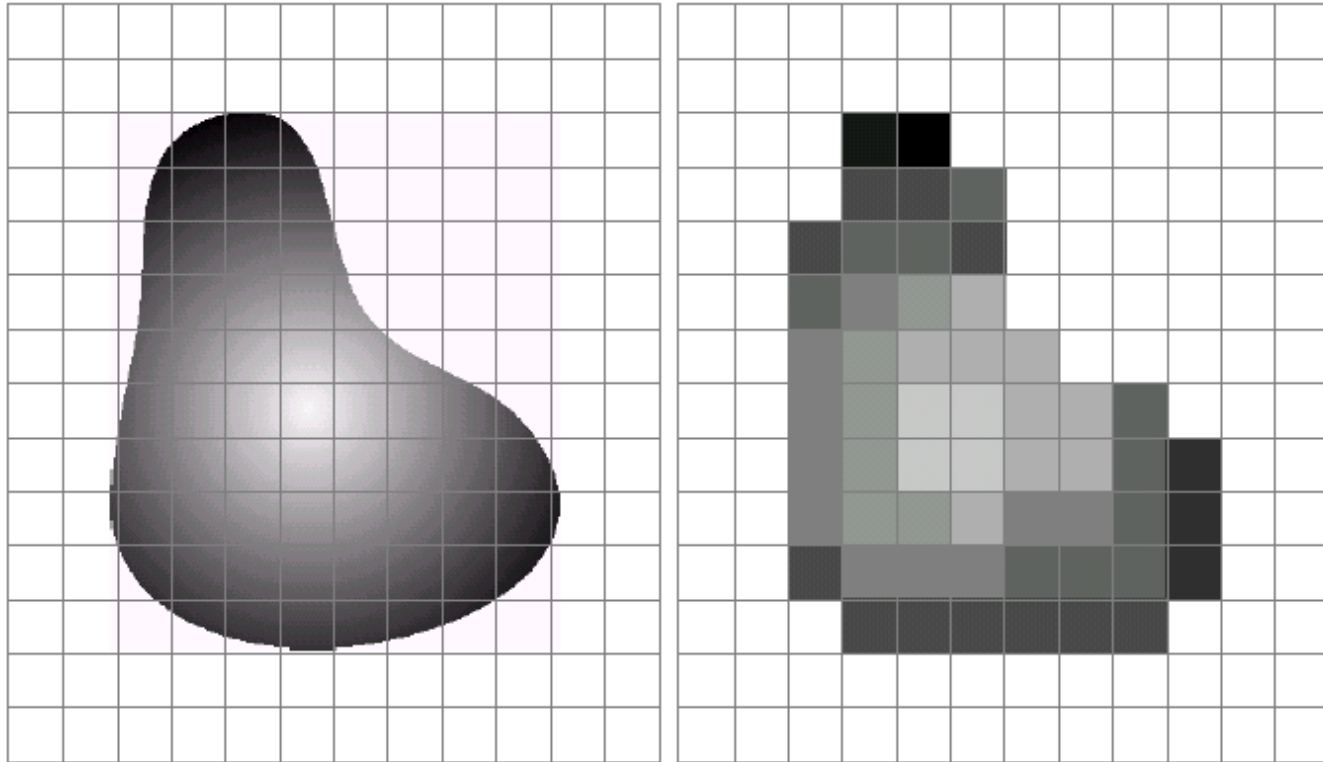
# Sampling dan Kuantisasi Citra

- Output dari kebanyakan sensor berbentuk gelombang tegangan kontinyu. Untuk mendapatkan gambar digital, kita perlu mengkonversi data kontinyu tersebut ke dalam bentuk digital.
- Konversi ini mencakup dua proses, yaitu sampling dan kuantisasi.
- Sampling : merubah nilai koordinat/posisi dari kontinyu ke digital.
- Kuantisasi : merubah nilai amplitudo/intensitas dari kontinyu ke digital.

# Sampling dan Kuantisasi Citra



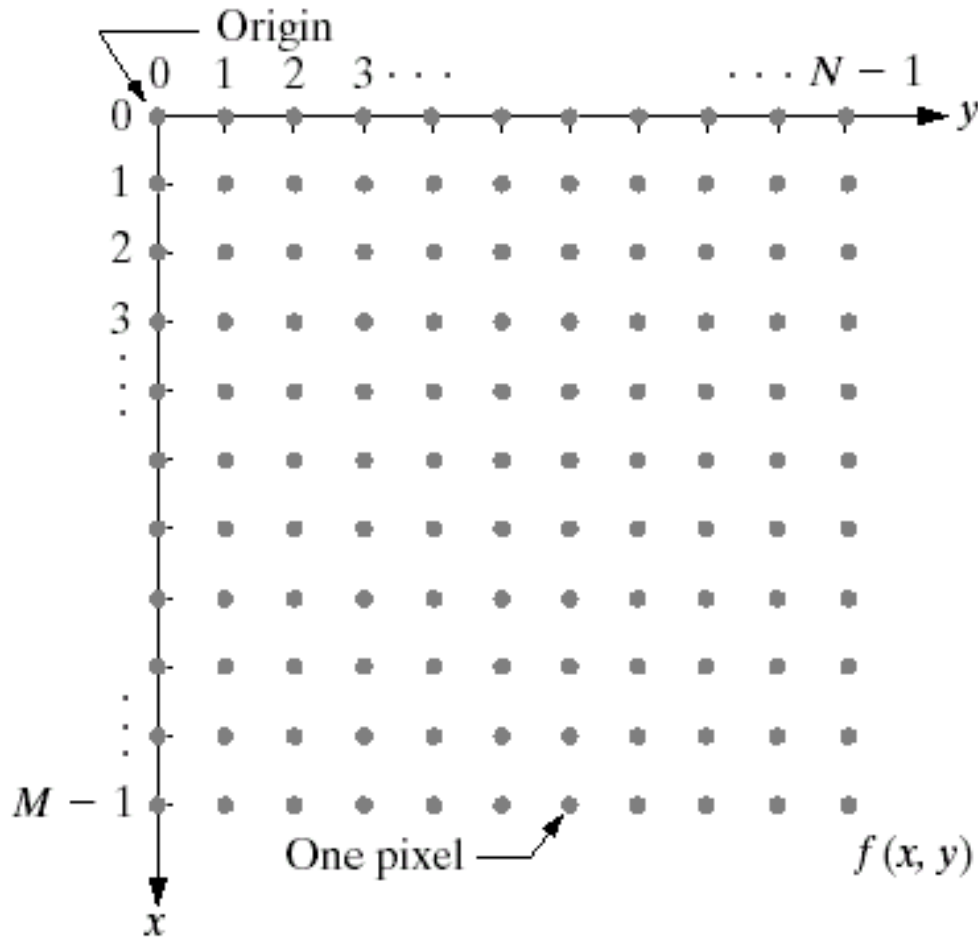
# Representasi Citra Digital



a b

**FIGURE 2.17** (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

# Representasi Citra Digital

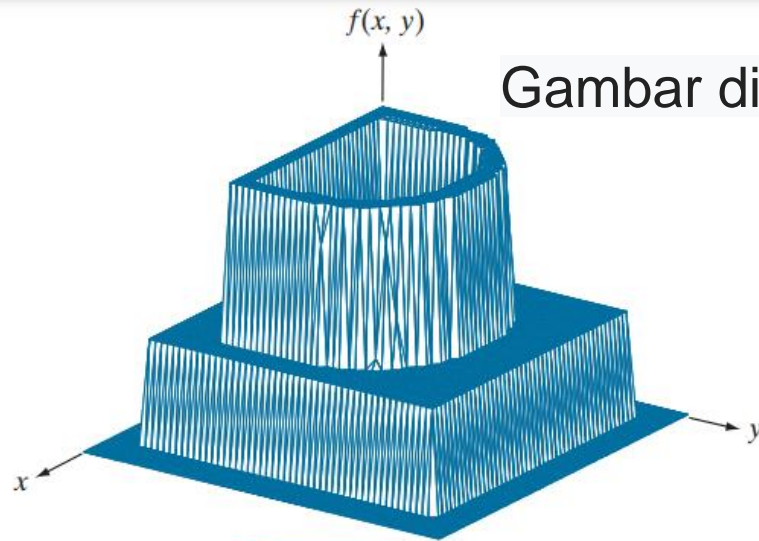


- Diasumsikan bahwa suatu citra  $f(x,y)$  di-*sampling* sehingga menghasilkan citra digital berukuran **M baris dan N kolom**.
- Gambar disamping adalah aturan **Koordinat** yang digunakan untuk merepresentasikan citra digital.

# Representasi Citra Digital

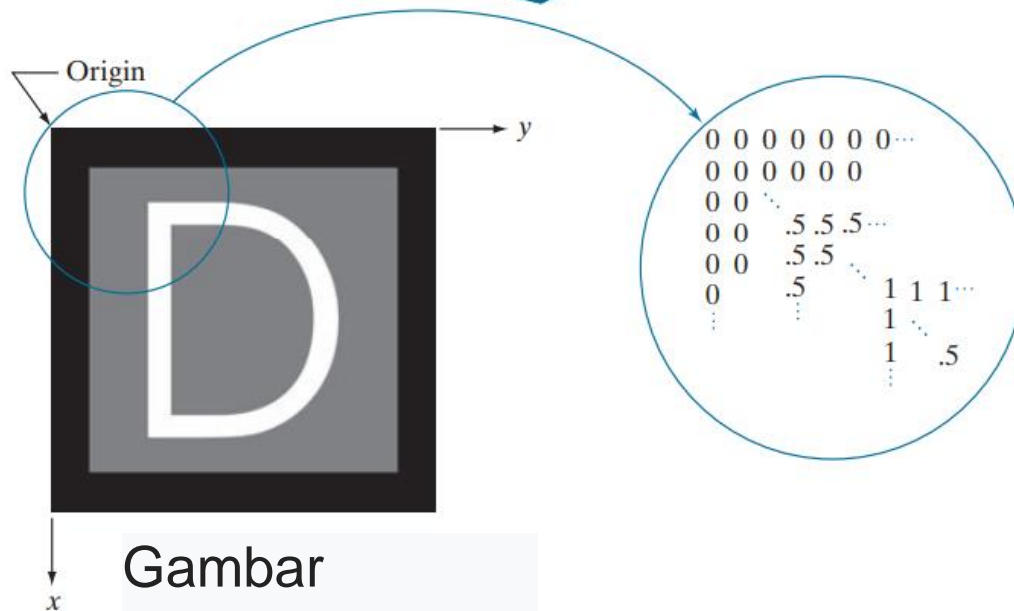
- Citra digital  $M \times N$  secara lengkap bisa ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \cdots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}.$$



Gambar diplot pada permukaan atas

Gambar ditampilkan sebagai matriks angka 2-D.  
(angka 0, .5, dan 1 masing-masing mewakili hitam, abu-abu, dan putih.)



Gambar  
ditampilkan  
sebagai matriks  
intensitas visual



# Representasi Citra Digital

- M dan N adalah ukuran baris dan kolom. Sedangkan L adalah tingkat keabuan untuk setiap piksel. M dan N harus integer positif. Nilai L biasanya integer kelipatan 2 ( $L=2^k$ ), berkaitan dengan kemudahan pemrosesan, penyimpanan, dan pertimbangan hardware untuk sampling dan kuantisasi
- Jumlah bit yang diperlukan untuk menyimpannya adalah  $M \times N \times k$ .

$N/k$	1 ( $L = 2$ )	2 ( $L = 4$ )	3 ( $L = 8$ )	4 ( $L = 16$ )	5 ( $L = 32$ )	6 ( $L = 64$ )	7 ( $L = 128$ )	8 ( $L = 256$ )
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608
2048	4,194,304	8,388,608	12,582,912	16,777,216	20,971,520	25,165,824	29,369,128	33,554,432
4096	16,777,216	33,554,432	50,331,648	67,108,864	83,886,080	100,663,296	117,440,512	134,217,728
8192	67,108,864	134,217,728	201,326,592	268,435,456	335,544,320	402,653,184	469,762,048	536,870,912

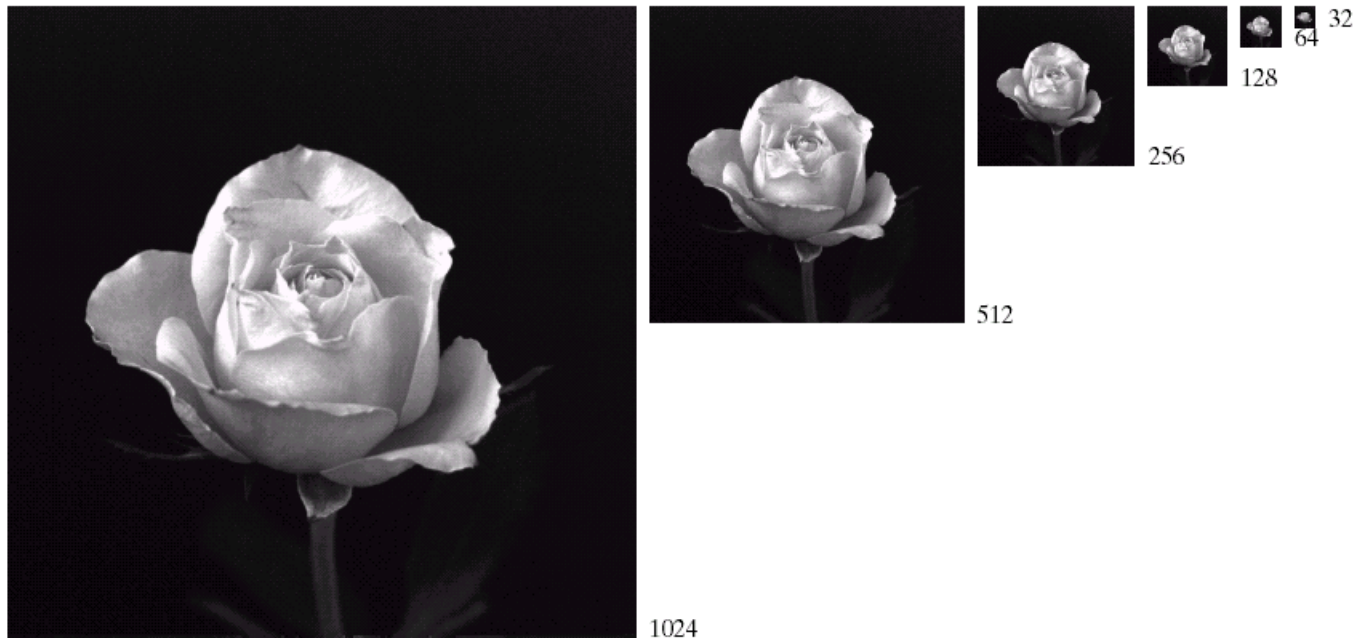


## Resolusi Spasial dan Kecerahan / Brightness

- Resolusi Citra
  - Dikenal: **resolusi spasial** dan **resolusi kecerahan**, berpengaruh pada besarnya informasi citra yang hilang.
  - Resolusi spasial: halus / kasarnya pembagian kisi-kisi baris dan kolom. Transformasi citra kontinue ke citra digital disebut dijitisasi (**sampling**). Hasil digitasi dengan jumlah baris 256 dan jumlah kolom 256 - resolusi spasial 256 x 256.
  - Resolusi kecerahan (intensitas / brightness): halus / kasarnya pembagian tingkat kecerahan. Transformasi data analog yang bersifat kontinue ke daerah intensitas diskrit disebut **kwantisasi**. Bila intensitas piksel berkisar antara 0 dan 255 - resolusi kecerahan citra adalah 256.

- Secara intuitif, resolusi spasial adalah ukuran dari detail terkecil yang dapat dilihat dalam sebuah gambar
- Secara kuantitatif, resolusi spasial dapat dinyatakan dengan beberapa cara, dengan pasangan garis per satuan jarak, dan titik (piksel) per satuan jarak / titik per inci (dpi)

- Suatu citra digital berlevel  $L$  dengan ukuran  $M \times N$  memiliki resolusi spasial  $M \times N$  piksel dan resolusi tingkat keabuan pada level  $L$ . Efek memvariasikan ukuran spasial pada suatu citra digital bisa dilihat pada Gambar 2.19.



**FIGURE 2.19** A  $1024 \times 1024$ , 8-bit image subsampled down to size  $32 \times 32$  pixels. The number of allowable gray levels was kept at 256.

a	b
c	d

**FIGURE 2.23**

Effects of reducing spatial resolution. The images shown are at:

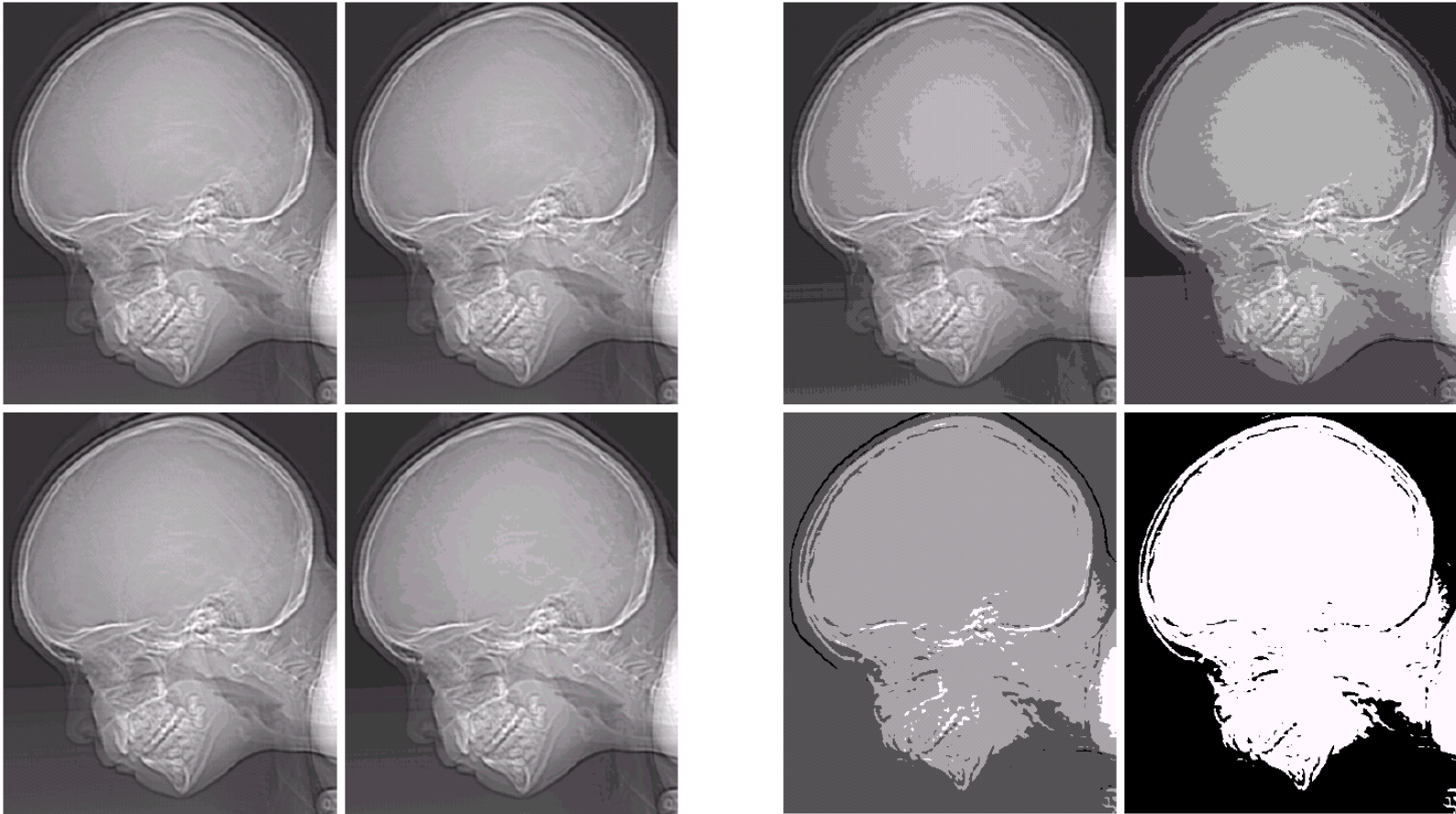
- (a) 930 dpi,
- (b) 300 dpi,
- (c) 150 dpi, and
- (d) 72 dpi.



- Resolusi intensitas juga mengacu pada perubahan terkecil dalam tingkat intensitas.
- Jumlah tingkat intensitas biasanya merupakan pangkat integer dari dua, Nilai  $L$  biasanya integer kelipatan 2 ( $L=2^k$ ), nilai yang paling umum adalah 8 bit dan 16 bit digunakan di beberapa aplikasi.
- Kuantisasi intensitas menggunakan 32 bit jarang.



# Tingkat Keabuan / Intensitas Keabuan



Efek memvariasikan tingkat keabuan pada suatu citra digital antara 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, dan 2 (hitam dan putih atau citra biner).