

# PERTEMUAN 10

# SEGMENTASI CITRA

Pengolahan Citra Digital

Mayanda Mega Santoni, M.Kom

Desta Sandya Prasvita, M.Kom

Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

# Course Outline

## **Definisi Segmentasi**

Discontinuity, Similarity

## **Edge Based**

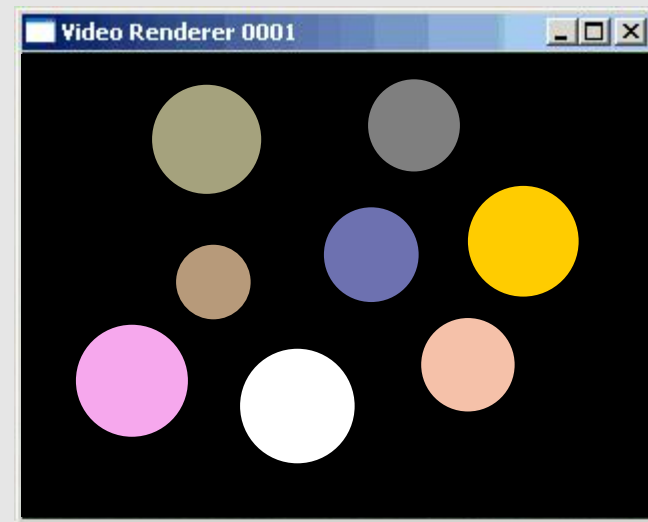
Deteksi Titik, Deteksi Garis, Deteksi Tepi

## **Region Based**

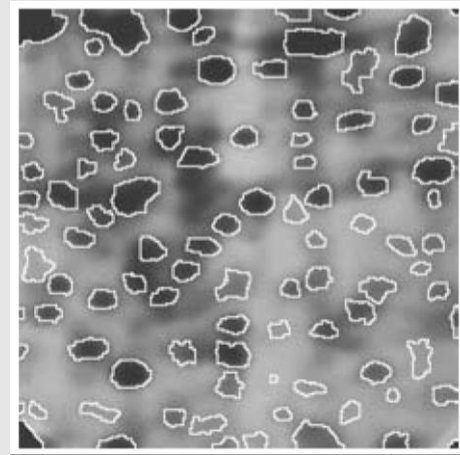
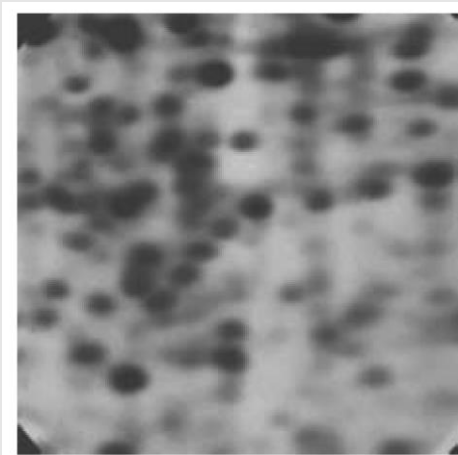
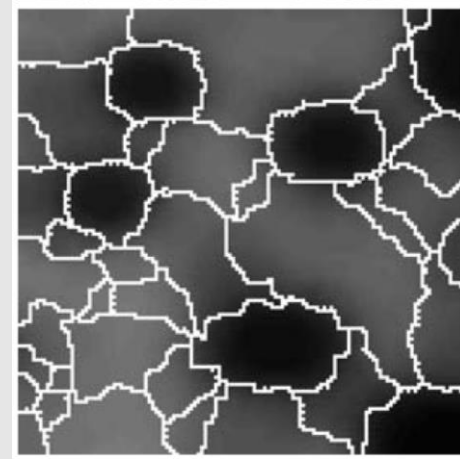
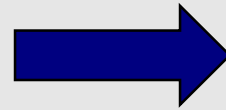
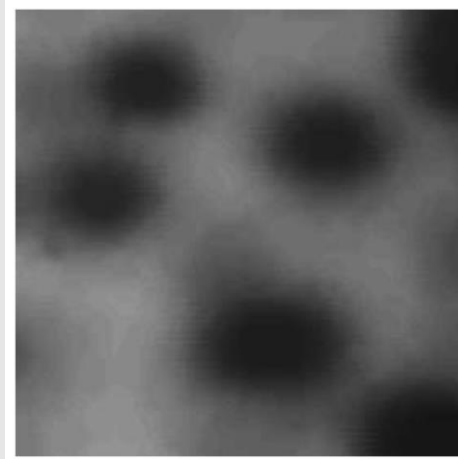
Thresholding, Region Growing, Region Splitting & Merging

# Segmentation

- Proses membagi citra menjadi region-region atau objek-objek.



# Contoh Segmentasi



# Segmentasi

- Segmentasi citra didasarkan pada dua hal, yaitu:
  - diskontinuitas (*discontinuity*) → *Edge Based*
    - pendekatan yang dilakukan adalah mempartisi citra berdasarkan pada perubahan intensitas yang cukup cepat. Contoh deteksi titik, deteksi garis, dan deteksi tepian (edge) citra.
  - kemiripan (*similarity*) → *Region Based*
    - Kategori kedua didasarkan pada kemiripan area citra menurut kriteria yang sudah ditentukan, misal : thresholding, region growing, region splitting and merging

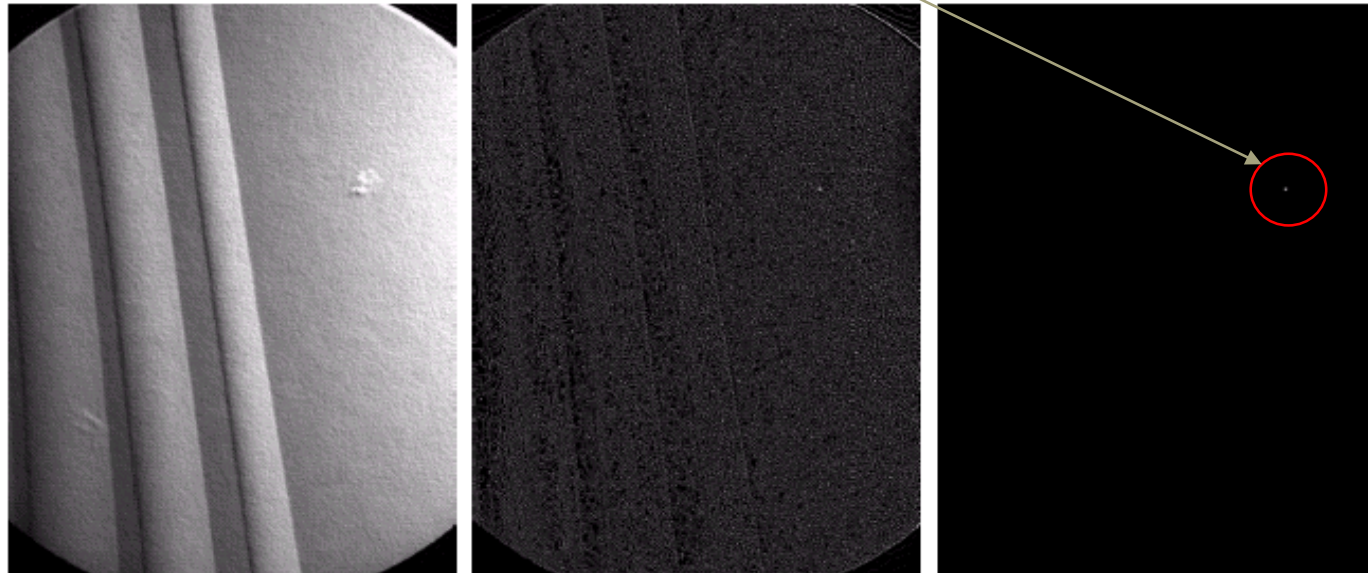
# Deteksi *discontinuity*

- Terdiri dari: deteksi titik, deteksi garis, deteksi sisi/tepi
- Dapat menggunakan mask/kernel, berbeda untuk setiap jenis deteksi
- Deteksi tepi, dapat menggunakan operator gradien (Roberts, Sobel, Prewitt), atau Laplacian.

# Deteksi titik

Deteksi titik

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

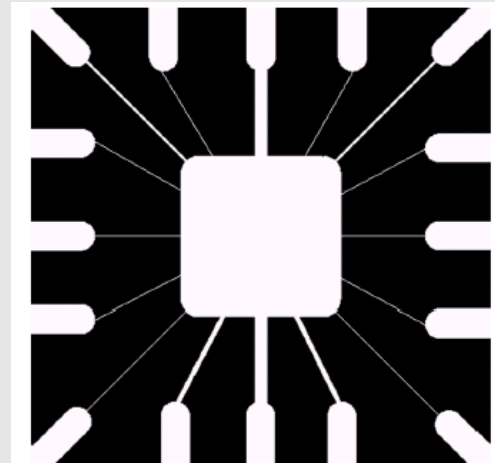


a  
b c d

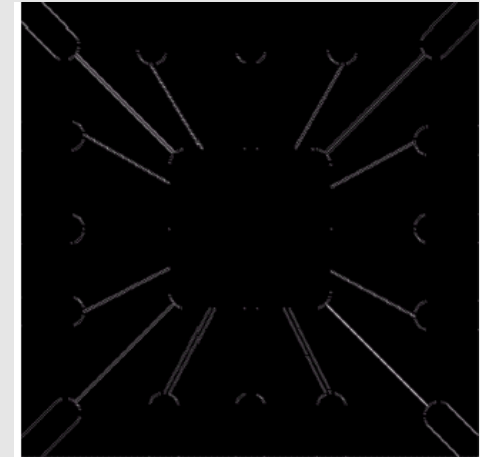
**FIGURE 10.2**

(a) Point detection mask.  
(b) X-ray image of a turbine blade with a porosity.  
(c) Result of point detection.  
(d) Result of using Eq. (10.1-2).  
(Original image courtesy of X-TEK Systems Ltd.)

# Deteksi Garis



asli



deteksi garis

**FIGURE 10.3** Line masks.

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

Horizontal

-1	-1	2
-1	2	-1
2	-1	-1

+45°

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

Vertical

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

-45°

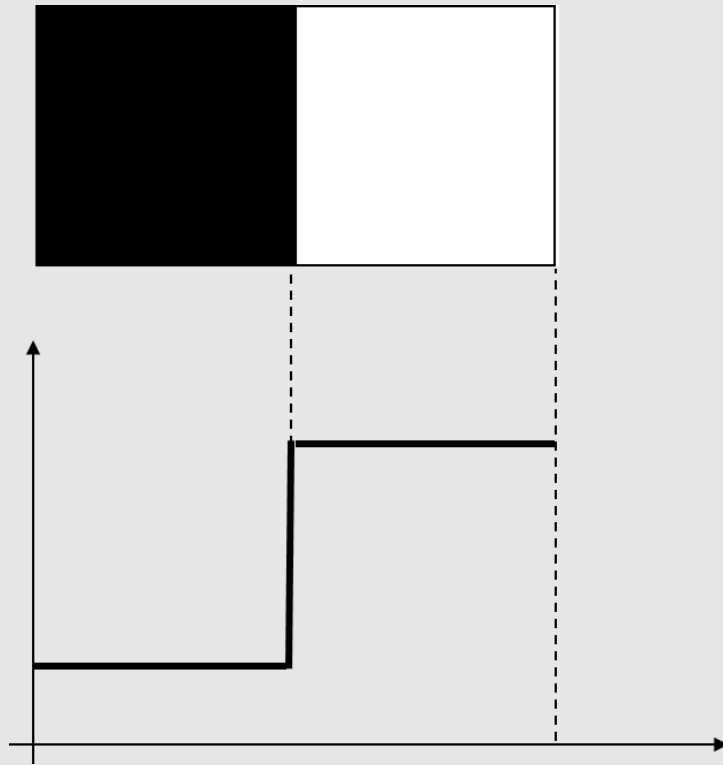


# Deteksi Tepi

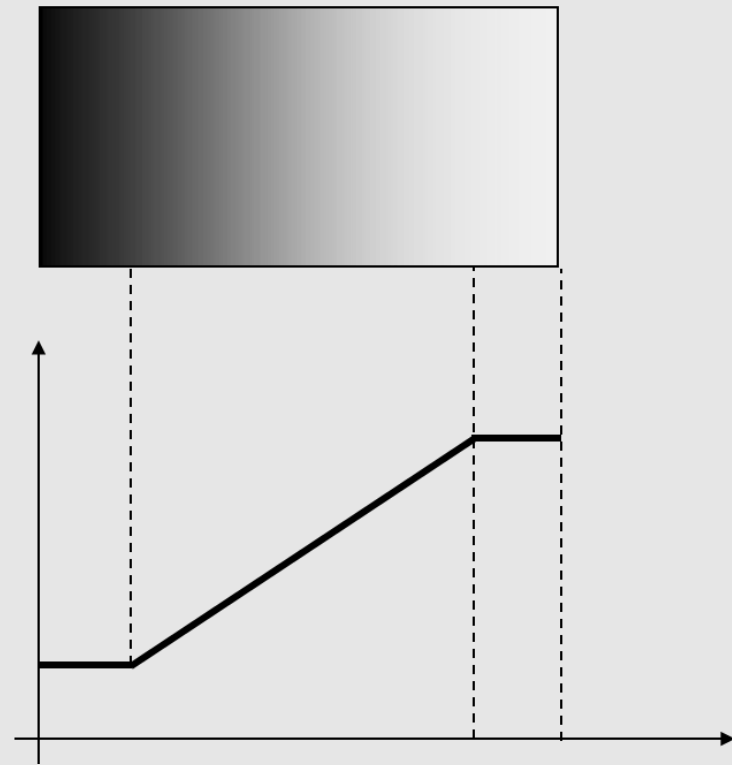
- Tepi (*edge*)
  - himpunan piksel terhubung yang terletak pada boundary di antara dua region
  - beberapa bagian dari citra dimana intensitas kecerahan **berubah** secara drastis.
- Indikasi : titik yang nilai keabuannya memiliki perbedaan cukup besar dengan titik yang ada disebelahnya.

# Deteksi Tepi

**Ideal**



**Ramp**



# Deteksi Tepi

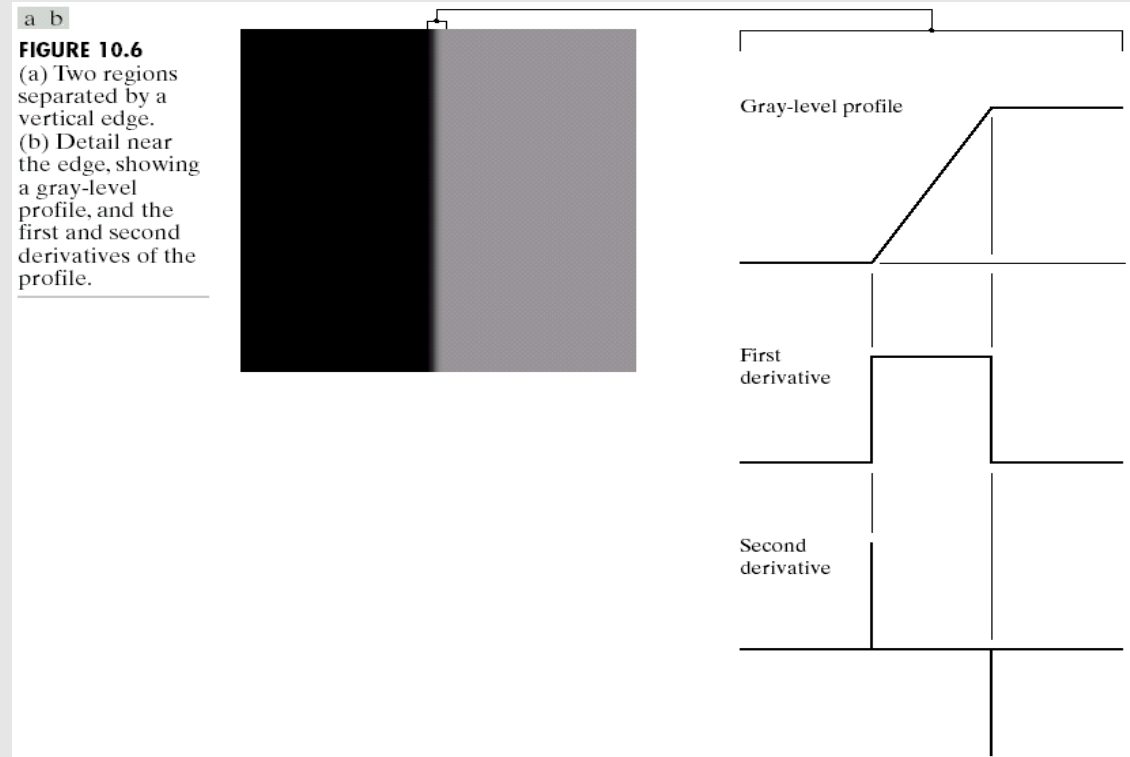
- Tepian ideal (*ideal edge*)
  - himpunan piksel terhubung (dalam arah vertikal), masing-masing terletak pada transisi step orthogonal dari tingkat keabuan.
- Pada prakteknya, ketidaksempurnaan optik, sampling, dan proses pengambilan data citra, akan menghasilkan tepi-tepi yang kabur.
- Akibatnya, tepi lebih banyak dimodelkan seperti “ramp”

# Deteksi Tepi

- Ketebalan tepi ditentukan oleh panjang ramp.
- Panjang ramp ditentukan oleh kemiringan (slope)
- slope ditentukan oleh derajat kekaburan.
- Tepian yang kabur cenderung lebih tebal, dan tepian yang tajam cenderung lebih tipis.

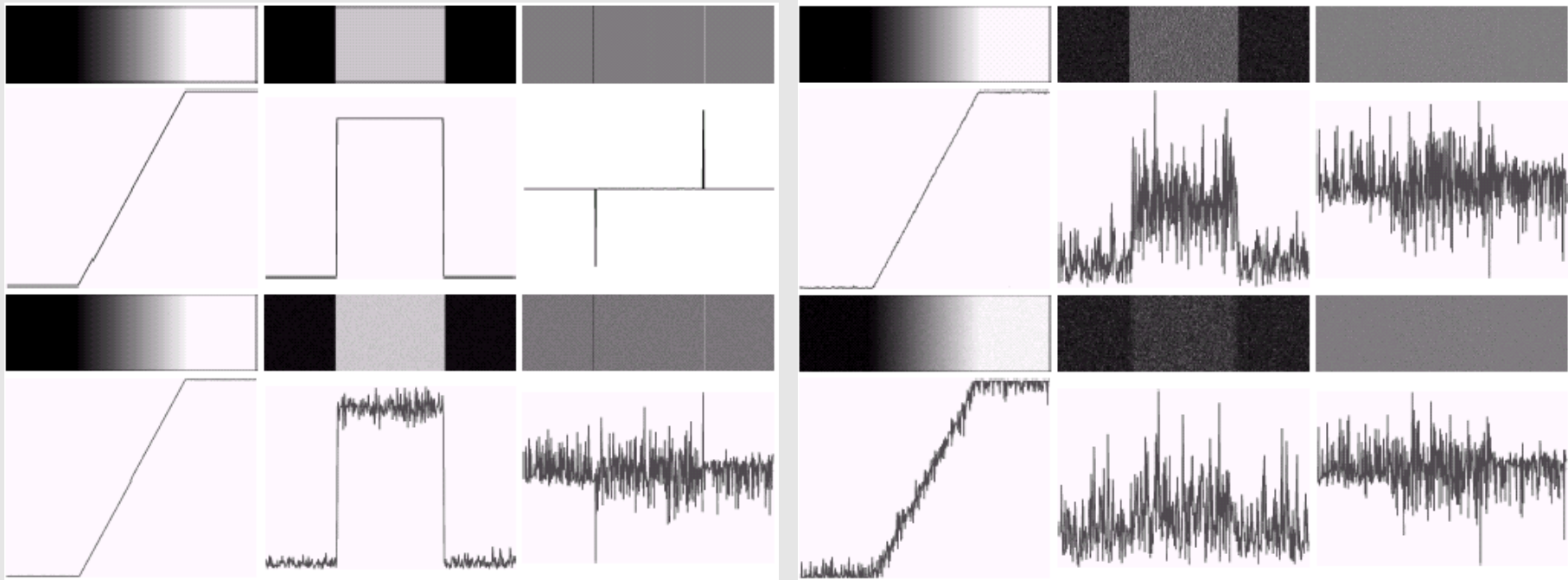
# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Perubahan intensitas kecerahan pada sebuah citra dapat diukur menggunakan fungsi turunan (gradien)



# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Mendeteksi tepi berbasis gradient (turunan), sangat sensitif terhadap *noise*



# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Menghitung selisih dua buah titik yang bertetangga sehingga didapat gradient citra
- Gradient adalah turunan pertama dari persamaan dua dimensi yang didefinisikan dengan vektor sbb:

$$G[f(x, y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Gradient : the first-order derivative

$$f'(x, y) = g(x, y)$$

- Bekerja pada arah x dan y

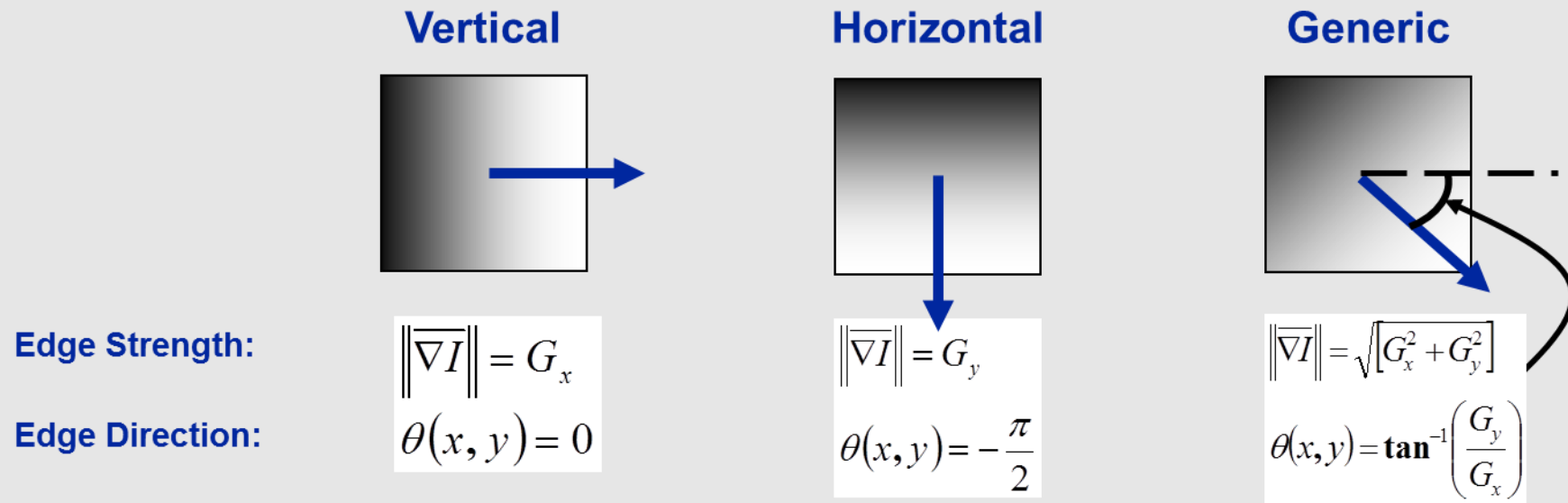
	x-1	x	x+1
y-1			
y			
y+1			

$$g_x(x, y) \approx f(x+1, y) - f(x-1, y)$$

$$g_y(x, y) \approx f(x, y+1) - f(x, y-1)$$



# Deteksi Tepi Berbasis Gradient



Arah dari sebuah gradien selalu tegak lurus dengan arah dari tepian di posisi (x,y)

# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Turunan pertama citra digital bisa menggunakan berbagai aproksimasi dari gradien 2-D.

- Gradien suatu citra  $f(x,y)$  pada lokasi  $(x,y)$  didefinisikan sebagai vektor :

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

- Magnitude vektor adalah :  $mag(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$

- Arah gradien pada  $(x,y)$  adalah :  $\alpha(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$

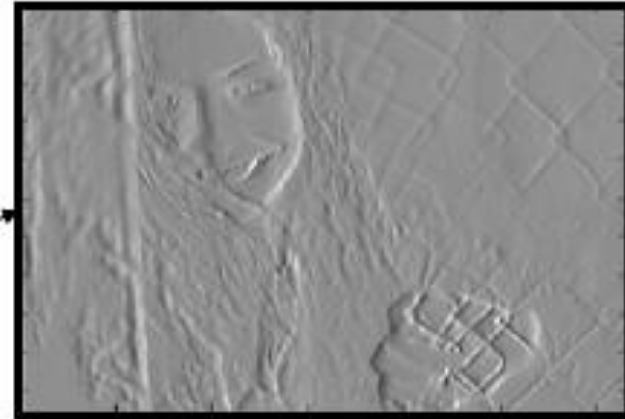
# Deteksi tepi gradient turunan pertama

- Tahapan deteksi tepi berbasis gradien:
  - Hitung turunan pertama di arah x dan y
  - Hitung gradient magnitude
  - Threshold gradient magnitude untuk mendapatkan tepian

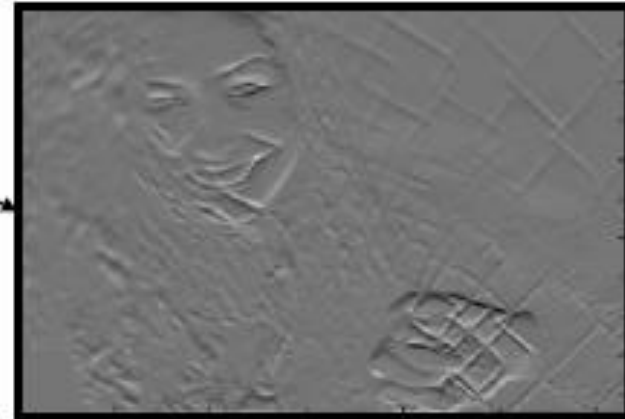
## Contoh : Deteksi Tepi Berbasis Gradient



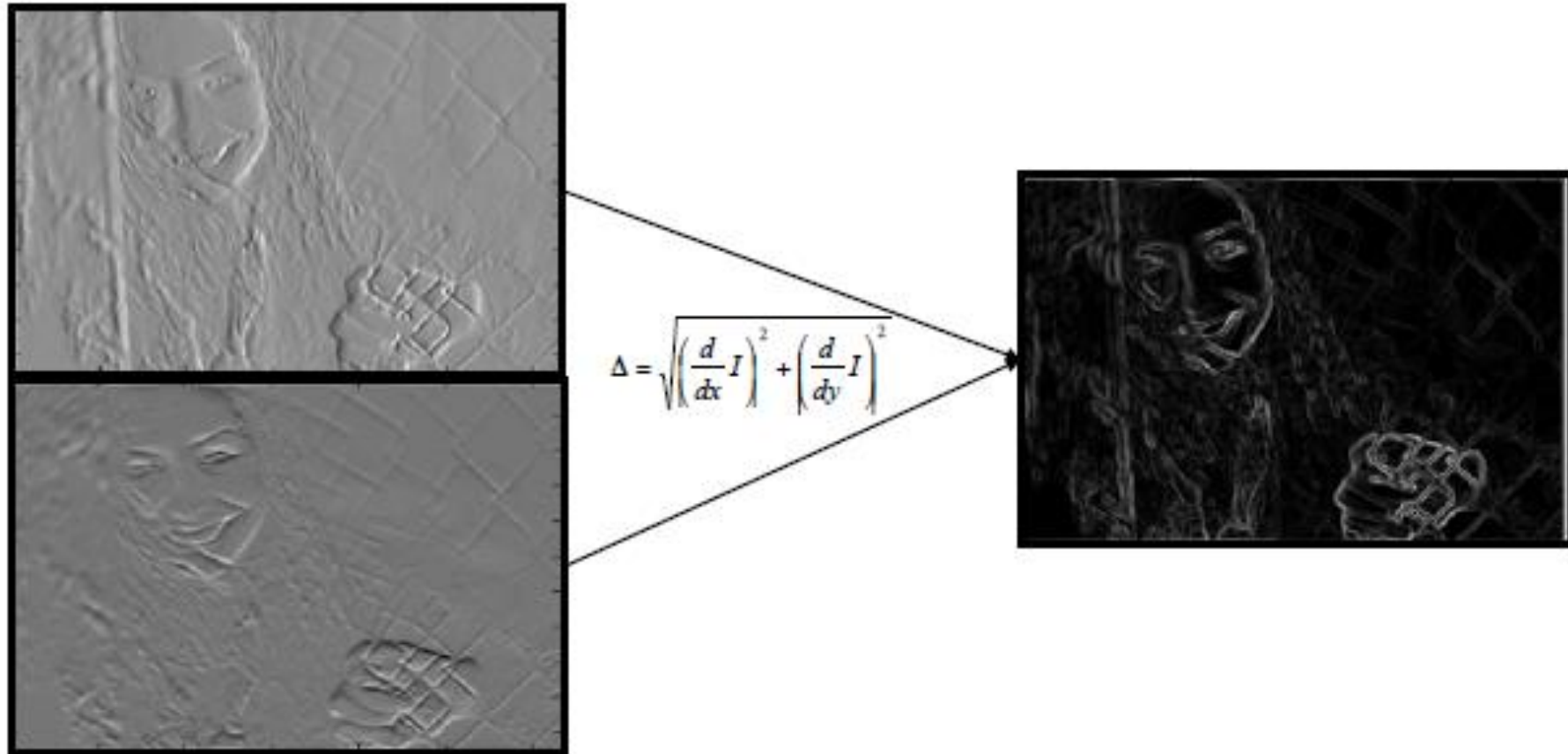
$$\frac{d}{dx} I$$



$$\frac{d}{dy} I$$



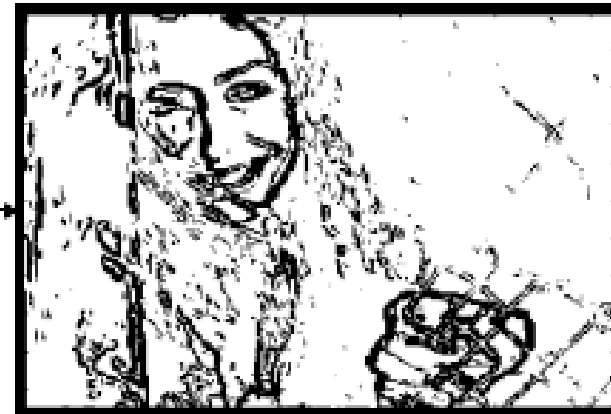
## Contoh : Deteksi Tepi Berbasis Gradient



## Contoh : Deteksi Tepi Berbasis Gradient



$$\Delta \geq \textit{Threshold} = 100$$



# Deteksi tepi gradient turunan pertama

- Operator Robert
- Operator Sobel
- Operator Prewitt

# Operator Robert

- Perhitungan gradien citra dilakukan pada setiap lokasi piksel.
- Misalkan area 3x3 pada gambar disamping menyatakan tingkat keabuan neighborhood suatu citra.

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$



# Operator Robert

- Cara paling sederhana untuk mengimplementasikan turunan parsial orde pertama pada titik  $z_5$  adalah dengan menggunakan operators gradient Roberts :

$$G_x = (z_9 - z_5) \text{ dan } G_y = (z_8 - z_6)$$

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

-1	0
0	1

$G_x$

0	-1
1	0

$G_y$

# Operator Robert

- Mask berukuran 2x2 menyulitkan untuk diimplementasikan karena tidak memiliki titik pusat. Pendekatan yang lebih sering digunakan adalah menggunakan mask berukuran 3x3.

0	0	0
0	-1	0
0	0	1

$G_x$

0	0	0
0	0	-1
0	1	0

$G_y$

# Operator Robert

- Hasil penjumlahan semua koefisien dalam mask adalah nol, yang menunjukkan bahwa mask akan memberikan respon 0 pada area dengan tingkat keabuan konstan

51	52	53	59
54	52	53	62
50	52	53	68
55	52	53	55

50	53	155	160
51	53	160	170
52	53	167	190
51	53	162	155

Figure 8.1: Blocks of pixels

- Mask memberikan hasil yang invariant hanya untuk edge vertikal dan horisontal, tetapi tidak *isotropic* (*invariant* terhadap rotasi)

# Operator Sobel

- Perhatikan piksel2 tetangga di posisi piksel (x,y)

$$\begin{array}{ccc} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x,y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{array}$$

- Turunan parsial orde pertama dapat dihitung sbb:

$$\begin{aligned} G_x &= (a_2 + c a_3 + a_4) - (a_0 + c a_7 + a_6) \\ G_y &= (a_6 + c a_5 + a_4) - (a_0 + c a_1 + a_2) \end{aligned}$$

# Operator Sobel

- Konstanta c menyatakan ukuran penekanan yang diberikan pada piksel terdekat pada titik pusat kernel.
- Operator Sobel menggunakan konstanta  $c=2$
- Berdasarkan persamaan tersebut,  $G_x$  dan  $G_y$  dapat diaplikasikan dengan kernel sbb

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

$$G_x \approx (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)$$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

$$G_y \approx (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

# Operator Prewitt

- Jika konstanta  $c$  pada operator Sobel diubah menjadi 1, maka operator Sobel akan menjadi operator Prewitt
- Perbedaan operator Prewitt dengan Sobel adalah, Op. Sobel menggunakan pembobotan pada piksel-piksel yang lebih dekat dengan titik pusat kernel, sedangkan Op. Prewitt tidak menekankan pembobotan pada titik tengah

# Operator Prewitt

◦ Kernel dari operator Prewitt:

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

# Operator Sobel & Prewitt

- Dimungkinkan untuk memodifikasi mask berukuran 3x3 sehingga mask memiliki respon paling kuat pada arah diagonal.

a	b
c	d

0	1	1
-1	0	1
-1	-1	0

-1	-1	0
-1	0	1
0	1	1

Prewitt

0	1	2
-1	0	1
-2	-1	0

-2	-1	0
-1	0	1
0	1	2

Sobel

**FIGURE 10.9** Prewitt and Sobel masks for detecting diagonal edges.



# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

a b  
c d

**FIGURE 10.10**

(a) Original image. (b)  $|G_x|$ , component of the gradient in the  $x$ -direction. (c)  $|G_y|$ , component in the  $y$ -direction. (d) Gradient image,  $|G_x| + |G_y|$ .

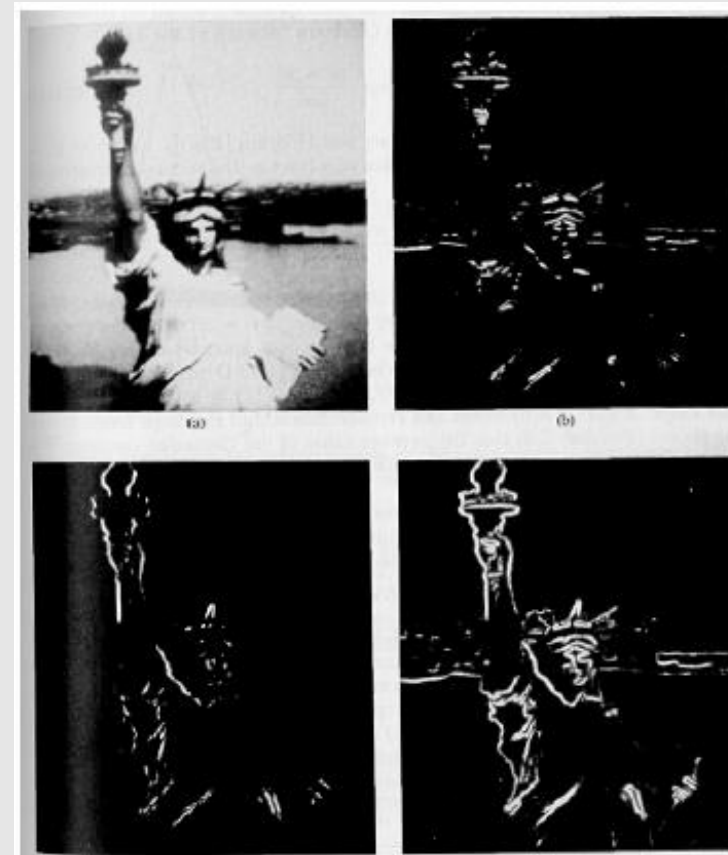


# Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Bila suatu nilai batas dikenakan pada fungsi turunan pertama, maka piksel dengan intensitas di atas nilai batas akan digolongkan menjadi piksel-piksel tepi.
- Tinggi rendahnya nilai batas yang digunakan menentukan tebal tipisnya garis tepi yang didapat.

# Contoh : Deteksi Tepi Berbasis Gradient

- Gradien magnitude : bersifat *isotropic* (dapat mendeteksi tepian dari segala arah!!)

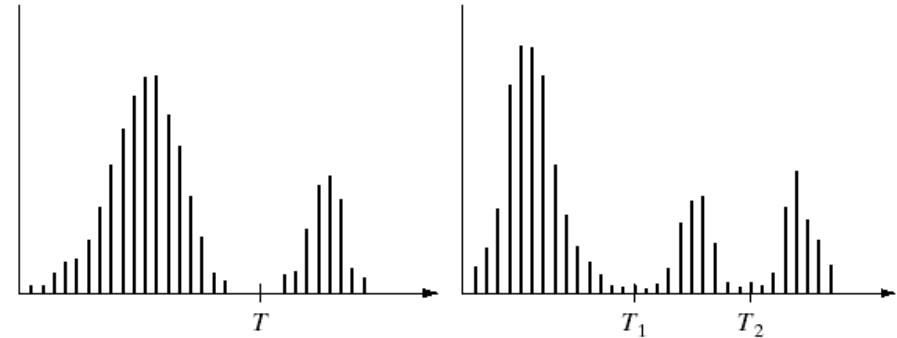


# *Similarity ( Region Based )*

- Thresholding
- Region Growing
- Region Splitting & Merging

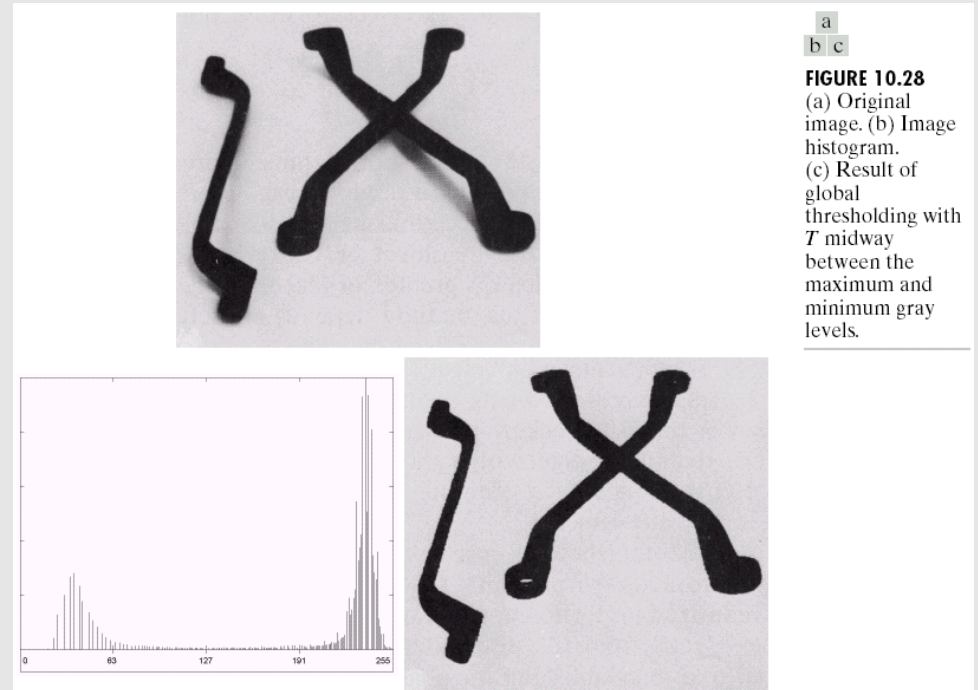
# Thresholding

- Sering digunakan untuk segmentasi karena mudah dan intuitif.
- Diasumsikan setiap objek cenderung memiliki warna yang homogen dan terletak pada kisaran keabuan tertentu



a b

**FIGURE 10.26** (a) Gray-level histograms that can be partitioned by (a) a single threshold, and (b) multiple thresholds.



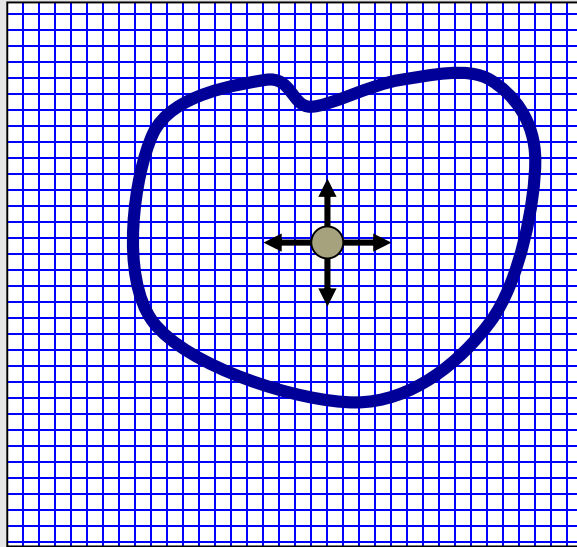
a  
b c

**FIGURE 10.28** (a) Original image. (b) Image histogram. (c) Result of global thresholding with  $T$  midway between the maximum and minimum gray levels.

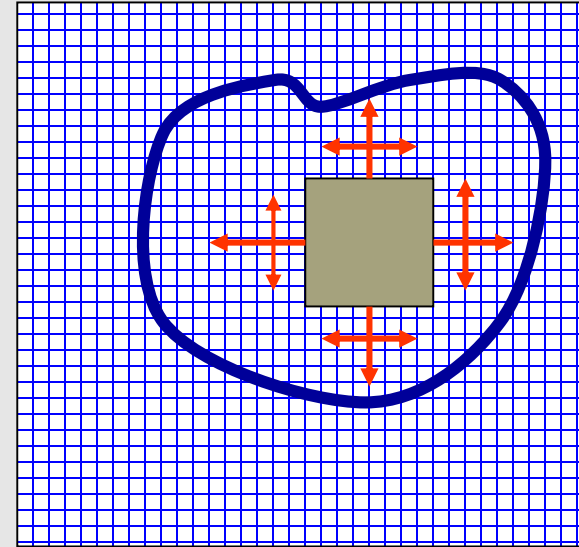
## *Region Growing (Bottom Up Method)*

1. Start dengan memilih seed pixel dan bandingkan dengan piksel tetangganya (neighbouring pixels)
2. Dengan menambahkan piksel tetangganya yang sama, ukuran seed pixel akan membesar (tumbuh)
3. Bila pertumbuhan region berhenti, pilih seed pixel yang baru yang belum menjadi anggota region manapun
4. Proses dilanjutkan sampai seluruh piksel menjadi bagian dari region-region yang terbangun

# Region Growing



● *Seed pixel*  
↑ *Direction of growth*

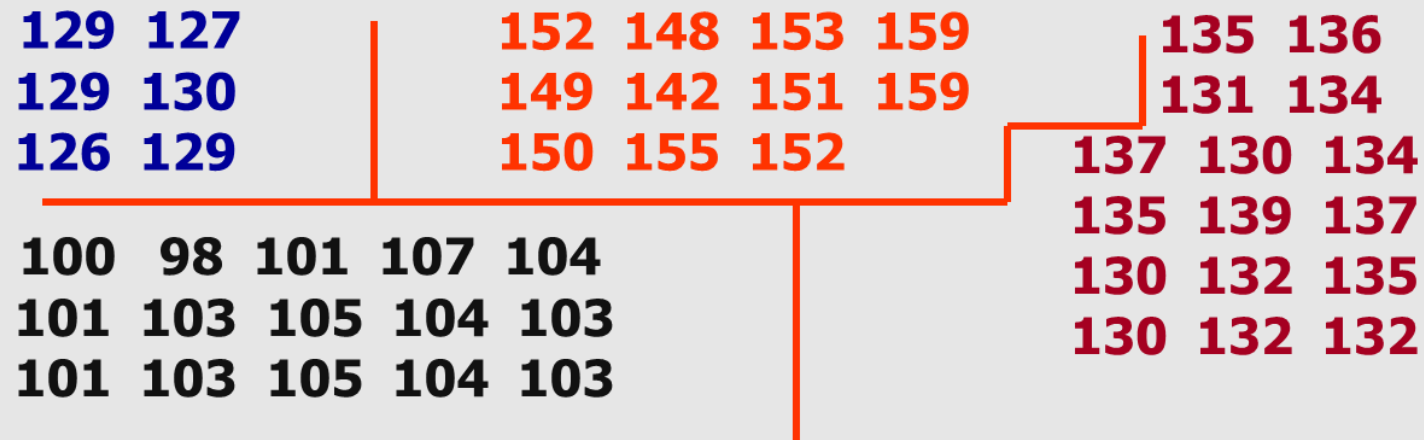


■ *Seed pixel*

# Contoh Region Growing

**129 127 152 148 153 159 135 136**  
**129 130 149 142 151 159 131 134**  
**126 129 150 155 152 137 130 134**  
**100 98 101 107 104 135 139 137**  
**101 103 105 104 103 130 132 135**  
**101 103 105 104 103 130 132 132**

$$\Delta T = 10$$





# Contoh Region Growing

**129 127 152 148 153 159 135 136**  
**129 130 149 142 151 159 131 134**  
**126 129 150 155 152 137 130 134**  
**100 98 101 107 104 135 139 137**  
**101 103 105 104 103 130 132 135**  
**101 103 105 104 103 130 132 132**

$\Delta T = 25$

---

**129 127 152 148 153 159 135 136**  
**129 130 149 142 151 159 131 134**  
**126 129 150 155 152 137 130 134**  
**135 139 137**  
**130 132 135**  
**130 132 132**

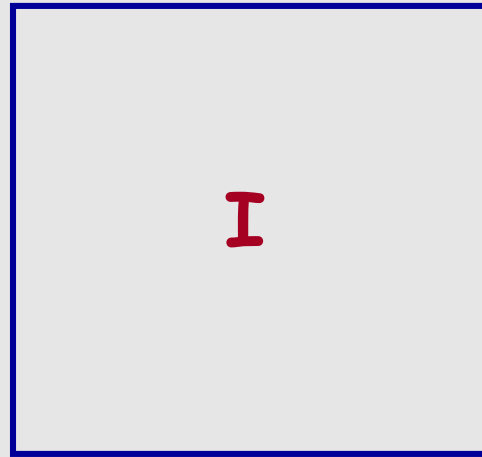
**Background  
and object  
only**

**100 98 101 107 104**  
**101 103 105 104 103**  
**101 103 105 104 103**

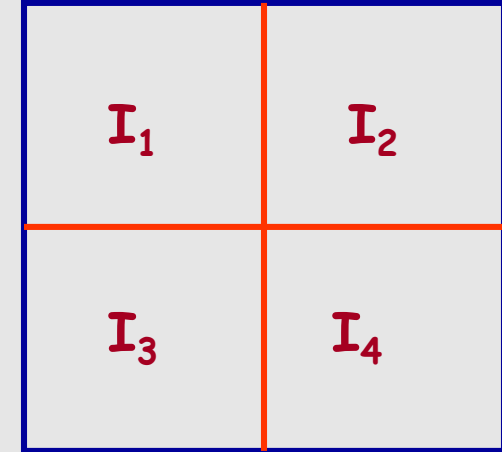
## *Region Splitting and Merging (Top down method)*

1. Pilih area of interest dan check apakah seluruh piksel dalam region memenuhi kriteria kesamaan
2. Bila TRUE maka area of interest menjadi bagian dari suatu region dalam citra
3. Bila FALSE split area of interest (biasanya dibagi menjadi 4 bagian yang sama, quadtree) dan pilih salah satu dari sub-area tersebut menjadi area of interest
4. Proses dilanjutkan sampai tidak terjadi lagi pembagian (split) area of interest.

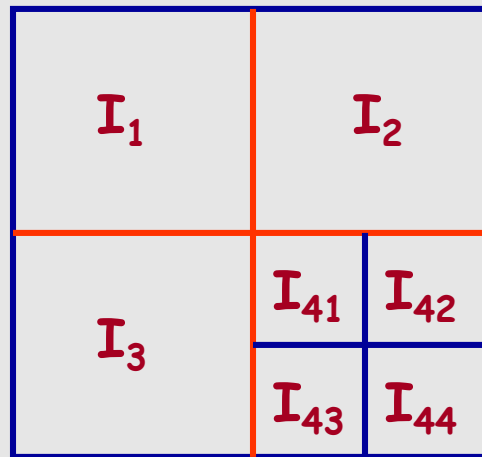
# *Region Splitting and Merging*



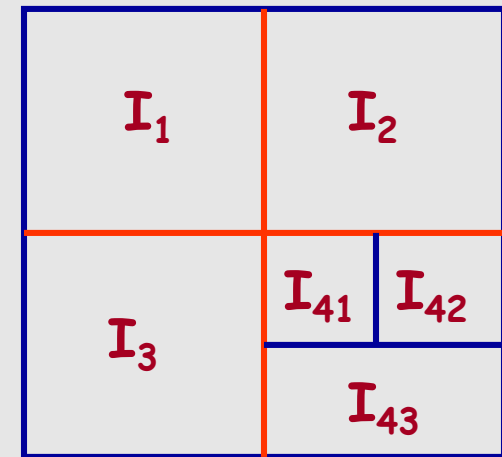
Whole image



First split



Second split



Merge

# Contoh Region Splitting & Merging

**A**  
129 127 152 148  
129 130 149 142  
126 129 150 155  
Mean 138.8  
Dev 10.5

**B**  
153 159 135 136  
151 159 131 134  
152 137 130 134  
Mean 142.58  
Dev 10.18

**C**  
100 98 101 107  
101 103 105 104  
101 103 105 104  
Mean 102.7  
Dev 2.1

**D**  
104 135 139 137  
103 130 132 135  
103 130 132 132  
Mean 126.0  
Dev 11.3

**Jika Deviasi  $\leq 10$ , maka menjadi region baru  
Jika tidak, lakukan kembali split.**

# Contoh Region Splitting & Merging

E	F	G	H
129 127	152 148	153 159	135 136
129 130	149 142	151 159	131 134
126 129	150 155	152 137	130 134

---

C	I	J
100 98 101 107	104 135	139 137
101 103 105 104	103 130	132 135
101 103 105 104	103 130	132 132

merge

**C = 102.7   E = 128.3   F = 149.3**  
**G = 151.83   H = 133.3   J = 134.5**  
**K = 103.3   L = 131.7**

# Contoh Region Splitting & Merging

**C = 102.7   E = 128.3   F = 149.3**  
**G = 151.83   H = 133.3   J = 134.5**  
**K = 103.3   L = 131.7**

		F & G										
E		129	127		152	148	153	159		135	136	
		129	130		149	142	151	159		131	134	
		126	129		150	155	152	137		130	134	
C & K		100	98	101	107	104				135	139	137
		101	103	105	104	103				130	132	135
		101	103	105	104	103				130	132	132
								H, J & L				

A black and white photograph of a person's hands clapping. The person is wearing a plaid shirt. In the foreground, there is a desk with an open notebook and a smartphone. In the background, a tablet is visible on a stand. The overall scene suggests a classroom or meeting environment.

# THANK YOU!

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Maecenas porttitor congue massa.