

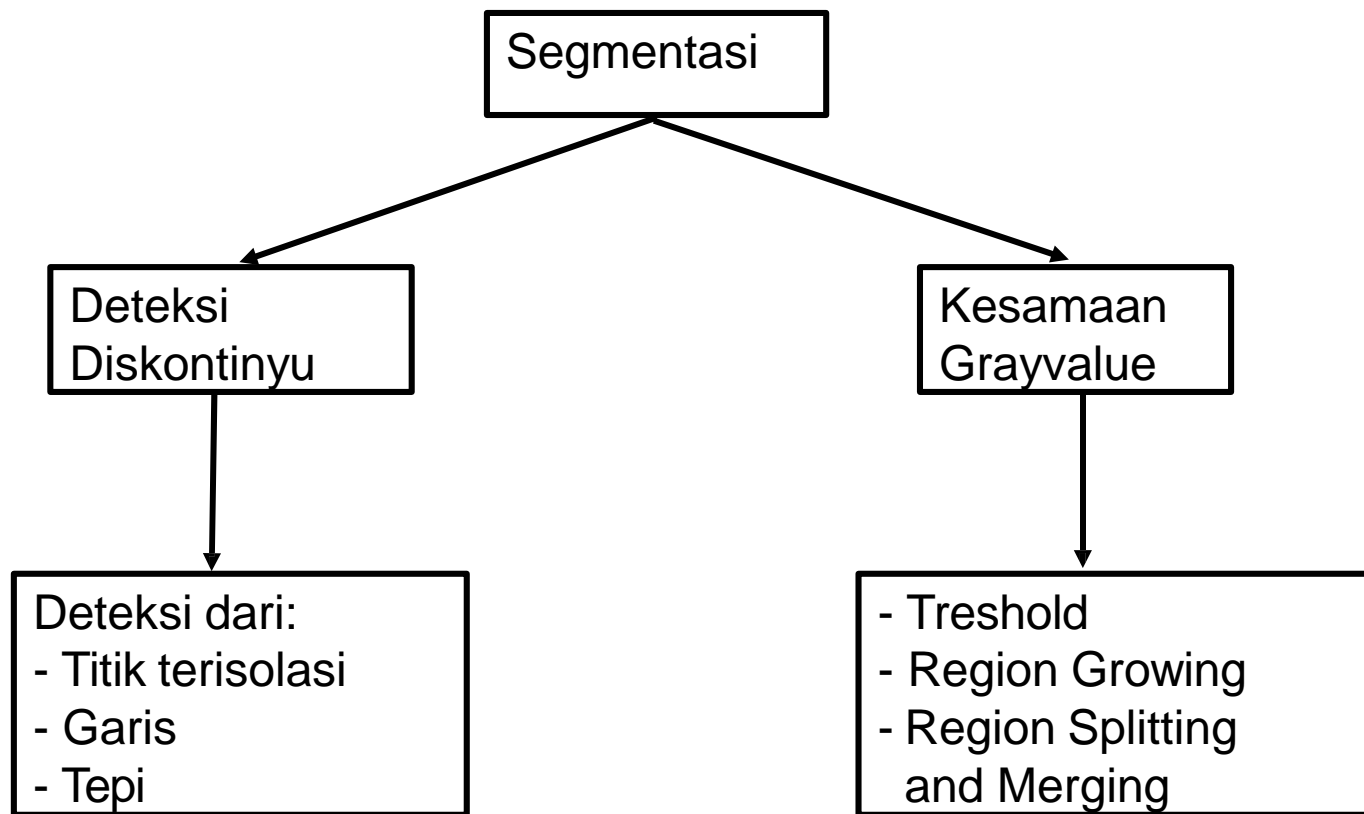


Image Segmentation

SEGMENTASI CITRA

- ▮ **Segmentasi merupakan** proses mempartisi citra menjadi beberapa daerah atau objek
- ▮ **Segmentasi Citra adalah** proses analisa citra yang akan membagi citra menjadi beberapa daerah terpisah untuk analisis lebih lanjut.
- ▮ Daerah yang terpisah biasanya merupakan object-object yang berbeda.
- ▮ Proses segmentasi ini merupakan bagian yang sangat penting dan biasanya merupakan proses yang rumit dalam pemrosesan Citra Digital.

SEGMENTASI CITRA



SEGMENTASI CITRA

- ▮ Segmentasi citra pada umumnya berdasar pada sifat ***discontinuity*** atau ***similarity*** dari intensitas piksel
- ▮ **Pendekatan *discontinuity*:**
 - ▮ mempartisi citra bila terdapat perubahan intensitas secara tiba-tiba (edge based)
- ▮ **Pendekatan *similarity*:**
 - ▮ mempartisi citra menjadi daerah-daerah yang memiliki kesamaan sifat tertentu (region based)
 - ▮ contoh: thresholding, region growing, region splitting and merging

JENIS ALGORITMA SEGMENTASI CITRA

▮ **Diskontinuitas**

- ▮ Pembagian citra berdasarkan perbedaan dalam intensitasnya
- ▮ Dapat menggunakan mask/kernel,
- ▮ Untuk setiap jenis deteksi memiliki mask/kernel yang berbeda
- ▮ Contoh: deteksi titik, deteksi garis, deteksi tepi/sisi

▮ **Similaritas**

- ▮ Pembagian citra berdasarkan kesamaan kriteria yang dimiliki
- ▮ Contoh: thresholding, mean clustering, region growing, region splitting, region merging

DISKONTINUITAS


DETEKSI TITIK

- Mengisolasi suatu titik yang secara signifikan berbeda dengan titik-titik di sekitarnya.
- Graylevel dari titik tersebut jelas berbeda dengan tetangganya

Persamaan:

$$|R| \geq T \rightarrow R = \sum_{i=1}^9 W_i Z_i$$

Mask Umum



W_1	W_2	W_3
W_4	W_5	W_6
W_7	W_8	W_9

- $T \rightarrow$ tresshold positif; $R \rightarrow$ nilai persamaan

- Kemel yang dipergunakan:

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Mask Laplacian

- Hasil output umumnya berupa **Threshold**

DISKONTINUITAS

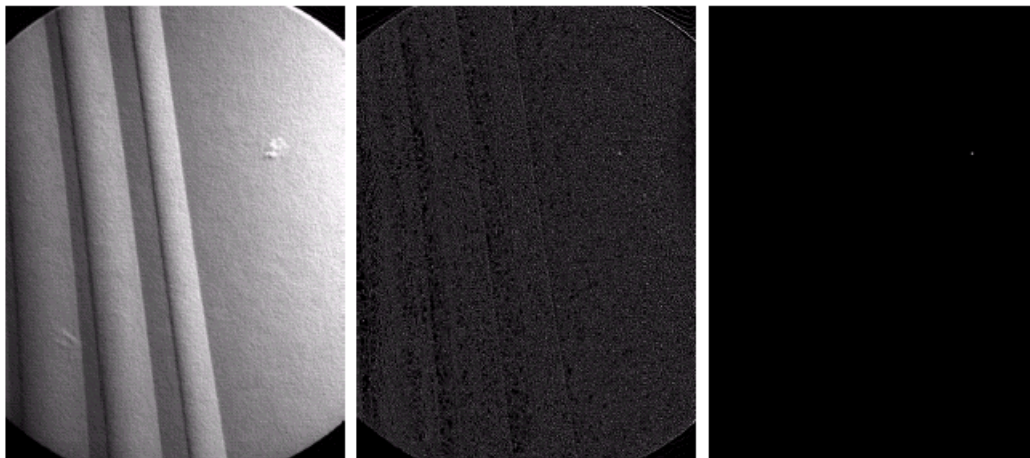
Contoh Deteksi Titik



DISKONTINUITAS

Contoh Deteksi Titik

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



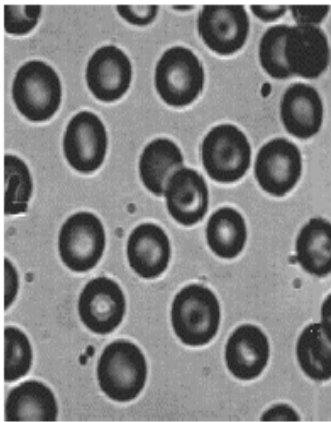
a
b c d

FIGURE 10.2

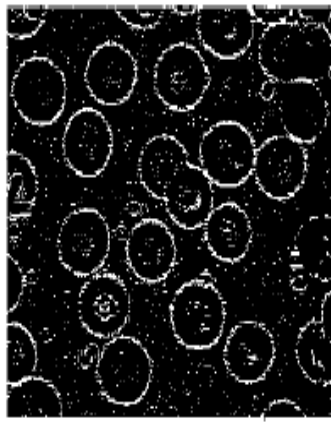
(a) Point detection mask.
(b) X-ray image of a turbine blade with a porosity.
(c) Result of point detection.
(d) Result of using Eq. (10.1-2).
(Original image courtesy of X-TEK Systems Ltd.)

DISKONTINUITAS

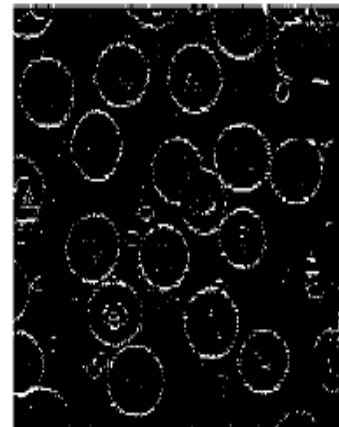
▮ Contoh Deteksi Titik



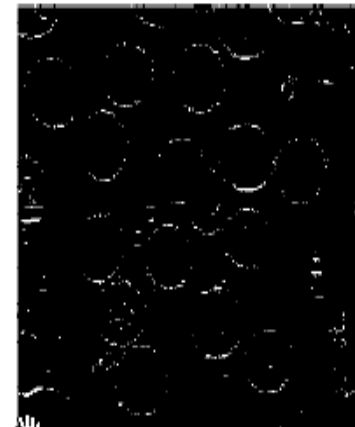
Orig. Image



$T = 0.25$



$T = 0.35$



$T = 0.5$

DISKONTINUITAS

▮ Deteksi Garis

- ▮ Mencocokkan dengan kernel dan menunjukkan bagian tertentu yang berbeda secara garis lurus vertikal, horisontal, diagonal kanan maupun diagonal kiri.
- ▮ Digunakan untuk mendeteksi garis pada citra
- ▮ Persamaan :
 $|R_i| > |R_j|$ dimana $i \neq j$

DISKONTINUITAS

▮ DETEKSI GARIS

- ▮ Dapat diselesaikan minimal dengan 4 mask:

$$\mathcal{D}_{0^\circ} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{Detects horizontal lines}$$

$$\mathcal{D}_{45^\circ} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{Detects } 45^\circ \text{ lines}$$

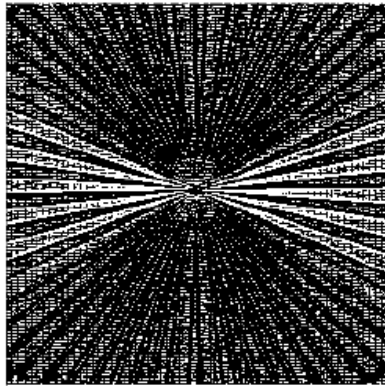
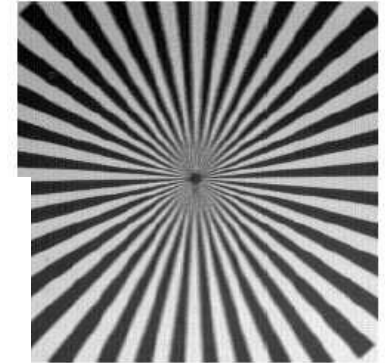
$$\mathcal{D}_{90^\circ} = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{Detects vertical lines}$$

$$\mathcal{D}_{135^\circ} = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \quad \text{Detects } 135^\circ \text{ lines}$$

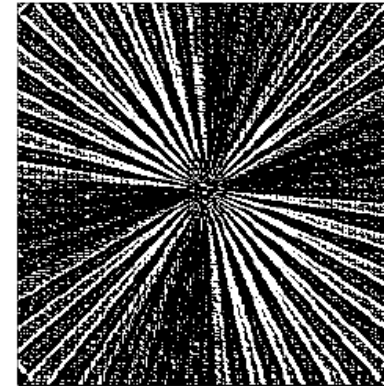
- ▮ Lakukan deteksi dengan 4 matrix secara berturut-turut, kemudian temukan nilai yang terbesar, misalnya ditemukan nilai terbesar setelah dikerjakan dengan matrix \mathcal{D}_{135° , maka dapat diartikan bahwa titik tersebut dilewati garis 135°

DISKONTINUITAS

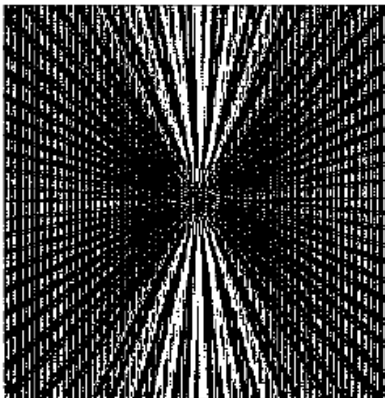
Contoh Deteksi Garis



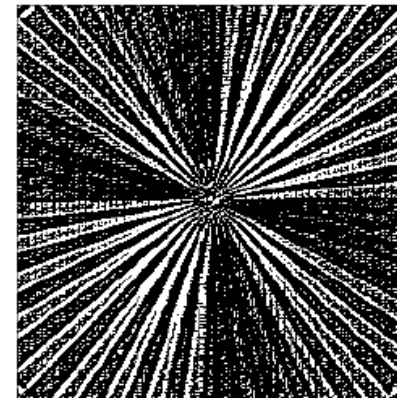
$$R_{0^\circ} = \max\{R_{0^\circ}, R_{45^\circ}, R_{90^\circ}, R_{135^\circ}\}$$



$$R_{45^\circ} = \max\{R_{0^\circ}, R_{45^\circ}, R_{90^\circ}, R_{135^\circ}\}$$



$$R_{90^\circ} = \max\{R_{0^\circ}, R_{45^\circ}, R_{90^\circ}, R_{135^\circ}\}$$



$$R_{135^\circ} = \max\{R_{0^\circ}, R_{45^\circ}, R_{90^\circ}, R_{135^\circ}\}$$

DISKONTINUITAS

Contoh Deteksi Garis

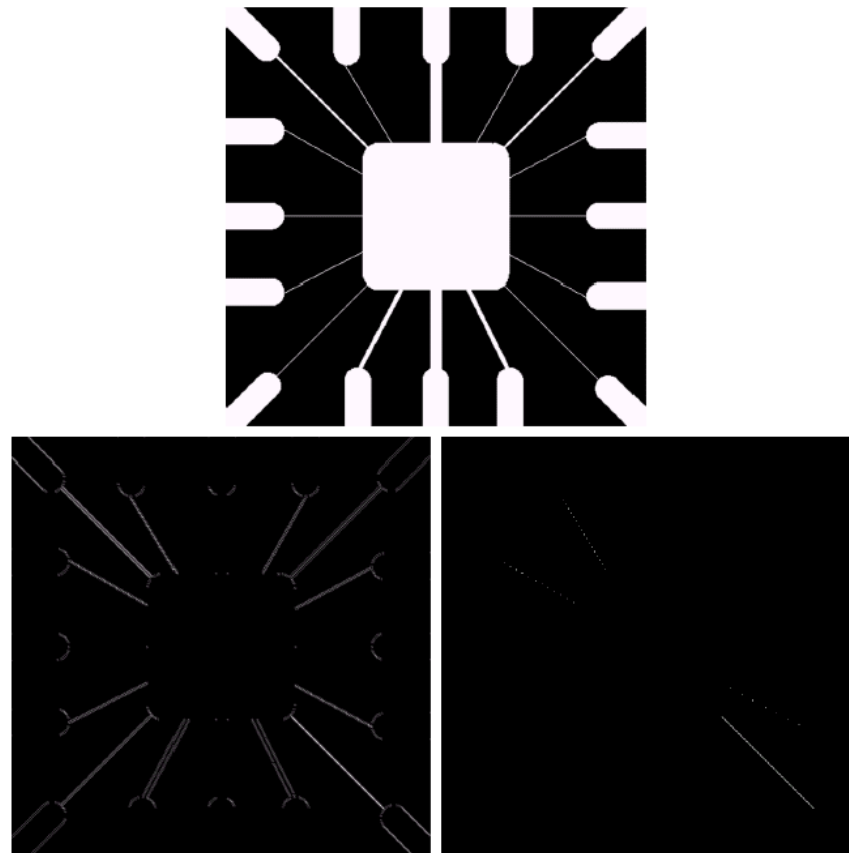


FIGURE 10.4
Illustration of line detection.
(a) Binary wire-bond mask.
(b) Absolute value of result after processing with -45° line detector.
(c) Result of thresholding image (b).

DISKONTINUITAS

▮ DETEKSI TEPI

▮ TANPA KONVOLUSI

- ▮ Homogeneity Operator (Operator Homogenitas)
- ▮ Pendeteksian Tepi Selisih (difference)
- ▮ Threshold Citra

▮ DENGAN KONVOLUSI

DISKONTINUITAS

▮ DETEKSI TEPI

▮ DENGAN KONVOLUSI

▮ Operator Gradien Pertama :

- ▮ Differential Gradient
- ▮ Center Difference
- ▮ Sobel
- ▮ Prewitt
- ▮ Roberts

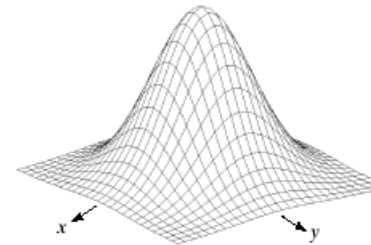
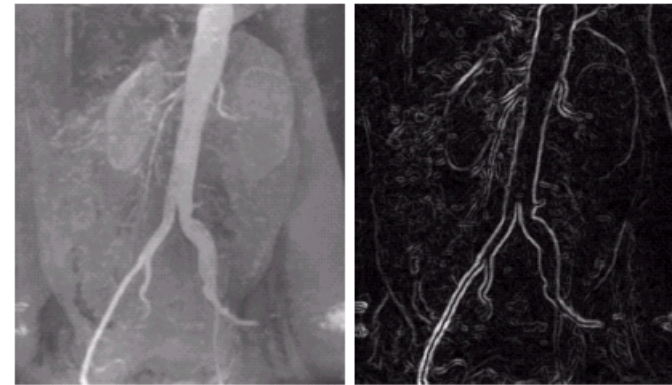
▮ Operator Turunan Kedua :

- ▮ Laplacian
- ▮ Laplacian of Gaussian (LoG)

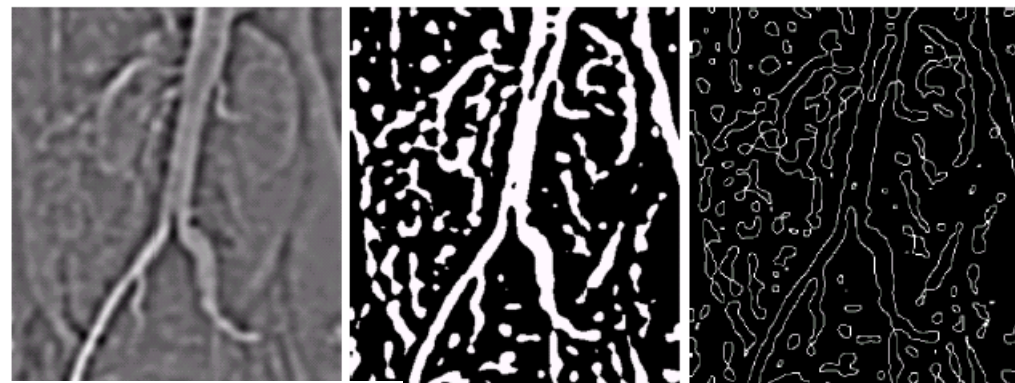
▮ Operator Kompas

DISKONTINUITAS

Contoh Deteksi Tepi



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



a b
c d
e f g

FIGURE 10.15 (a) Original image. (b) Sobel gradient (shown for comparison). (c) Spatial Gaussian smoothing function. (d) Laplacian mask. (e) LoG. (f) Thresholded LoG. (g) Zero crossings. (Original image courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)



Citra grayscale



Hasil deteksi tepi Sobel
dengan threshold otomatis



Hasil deteksi tepi Prewitt
dengan threshold otomatis



Hasil deteksi tepi Robert
dengan threshold otomatis



Hasil deteksi tepi LoG
dengan threshold otomatis



Hasil deteksi tepi Canny
dengan threshold otomatis

```
>> [g_sobel_default, ts] = edge(f, 'sobel');
>> [g_log_default, tlog] = edge(f, 'log');
>> [g_canny_default, tcan] = edge(f, 'canny');
>> g_sobel_best = edge(i, 'sobel', 0.05);
>> g_log_best = edge(i, 'log', 0.003, 2.25);
>> g_canny_best = edge(i, 'canny', [0.04, 0.10], 1.5);
```


DISKONTINUITAS

- Hasil dari deteksi sisi/tepi seringkali **tidak menghasilkan sisi/tepi yang lengkap**, karena adanya **noise, patahnya sisi karena iluminasi, dan lain-lain.**
- Oleh karena itu proses deteksi sisi biasanya dilanjutkan dengan proses edge linking.
- Dari sekian banyak cara, yang akan dibahas:
 - Local Processing
 - Global Processing dengan teknik Graph-Theoretic

DISKONTINUITAS

▮ Local Processing

- ▮ Merupakan cara paling sederhana, dengan menggunakan analisa ketetanggaan 3x3 atau 5x5.
- ▮ Sifat utama yang digunakan untuk menentukan kesamaan piksel sisi adalah
 - ▮ Nilai gradien: $\nabla f(x,y) = |G_x| + |G_y|$
 - ▮ Arah gradien: $\alpha(x,y) = \tan^{-1}(G_x/G_y)$
- ▮ Jika piksel pada posisi (x_0, y_0) adalah piksel sisi, maka piksel pada posisi (x,y) dalam jendela ketetanggaan yang sama bisa dikategorikan sisi pula jika
 - ▮ $|\nabla f(x,y) - \nabla f(x_0, y_0)| \leq E$
 - ▮ $|\alpha(x,y) - \alpha(x_0, y_0)| < A$
 - ▮ E dan A adalah nilai ambang non negatif

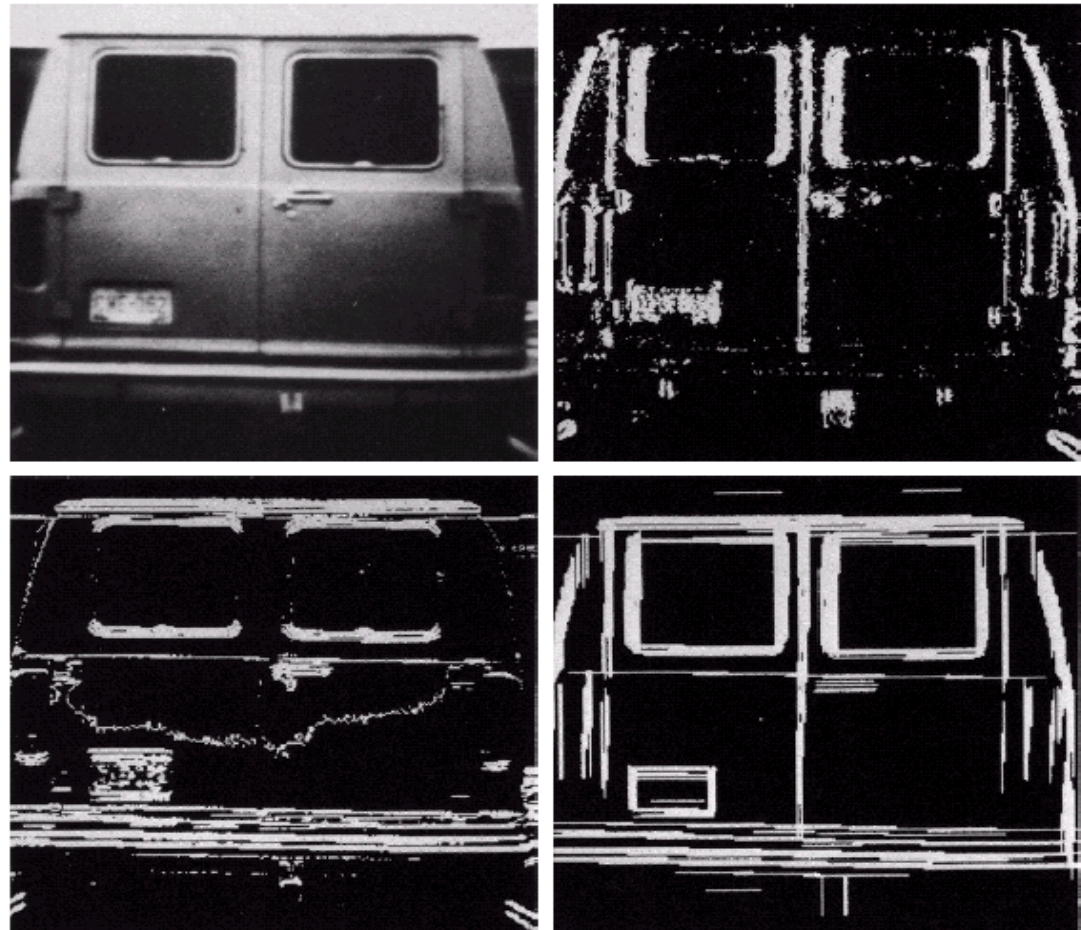
DISKONTINUITAS

Contoh Local Processing

a b
c d

FIGURE 10.16

(a) Input image.
(b) G_y component of the gradient.
(c) G_x component of the gradient.
(d) Result of edge linking. (Courtesy of Perceptics Corporation.)



DISKONTINUITAS










▮ Global Processing with graph theoretic

- ▮ Dapat mengatasi noise
- ▮ Komputasi lebih sulit
- ▮ Global : langsung mencakup seluruh citra, bukan menggunakan jendela ketetanggaan
- ▮ Menggunakan representasi graph
 - ▮ Setiap piksel dianggap sebagai node
 - ▮ Setiap piksel hanya bisa dihubungkan dengan piksel lain jika mereka bertetangga (4-connected)
 - ▮ Edge yang menghubungkan piksel (node) p dan q pada graf memiliki nilai (weighted graph):
 - ▮ $C(p,q) = H - [f(p) - f(q)]$
 - ▮ H: nilai intensitas keabuan tertinggi pada citra
 - ▮ f(p) dan f(q): nilai keabuan piksel p dan q
 - ▮ Kemudian dicari lintasan sisi dengan cost terendah

DISKONTINUITAS

Contoh Global Processing

Diberikan sebuah citra dengan nilai graylevel sbb:

	0	1	2
0	 (7)	 (2)	 (2)
1	 (5)	 (7)	 (2)
2	 (5)	 (1)	 (0)

Cari pixel2 mana saja yang harus dikoneksikan dan mana yang tidak.

DISKONTINUITAS

▮ Contoh Global Processing

▮ Rumus :

$$C(p,q) = H - [f(p) - f(q)]$$

H = nilai intensity tertinggi pada sebuah citra

$f(p)$ = nilai intensitas dari p

$f(q)$ = nilai intensitas dari q

▮ Dan:

$H=7$ (karena intensitas tertinggi =7 / pada titik 0,0 dan 1,1)

DISKONTINUITAS

Contoh Global Processing

$$C[0,0 - 0,1] = 7 - (7-2) = 2$$

$$C[0,1 - 0,2] = 7 - (2-2) = 7$$

$$C[1,0 - 1,1] = 7 - (7-2) = 9$$

$$C[1,1 - 1,2] = 7 - (2-2) = 2$$

$$C[2,0 - 2,1] = 7 - (7-2) = 3$$

$$C[2,1 - 2,2] = 7 - (2-2) = 6$$

$$C[0,0 - 1,0] = 7 - (7-2) = 9$$

$$C[1,0 - 2,0] = 7 - (2-2) = 7$$

$$C[0,1 - 1,1] = 7 - (7-2) = 12$$

$$C[1,1 - 2,1] = 7 - (2-2) = 1$$

$$C[0,2 - 1,2] = 7 - (7-2) = 7$$

$$C[1,2 - 2,2] = 7 - (2-2) = 5$$

$$C[0,1 - 0,0] = 7 - (7-2) = 12$$

$$C[0,2 - 0,1] = 7 - (2-2) = 7$$

$$C[1,1 - 1,0] = 7 - (7-2) = 5$$

$$C[1,2 - 1,1] = 7 - (2-2) = 12$$

$$C[2,1 - 2,0] = 7 - (7-2) = 11$$

$$C[2,2 - 2,1] = 7 - (2-2) = 8$$

$$C[1,0 - 0,0] = 7 - (7-2) = 5$$

$$C[2,0 - 1,0] = 7 - (2-2) = 7$$

$$C[1,1 - 0,1] = 7 - (7-2) = 2$$

$$C[2,1 - 1,1] = 7 - (2-2) = 13$$

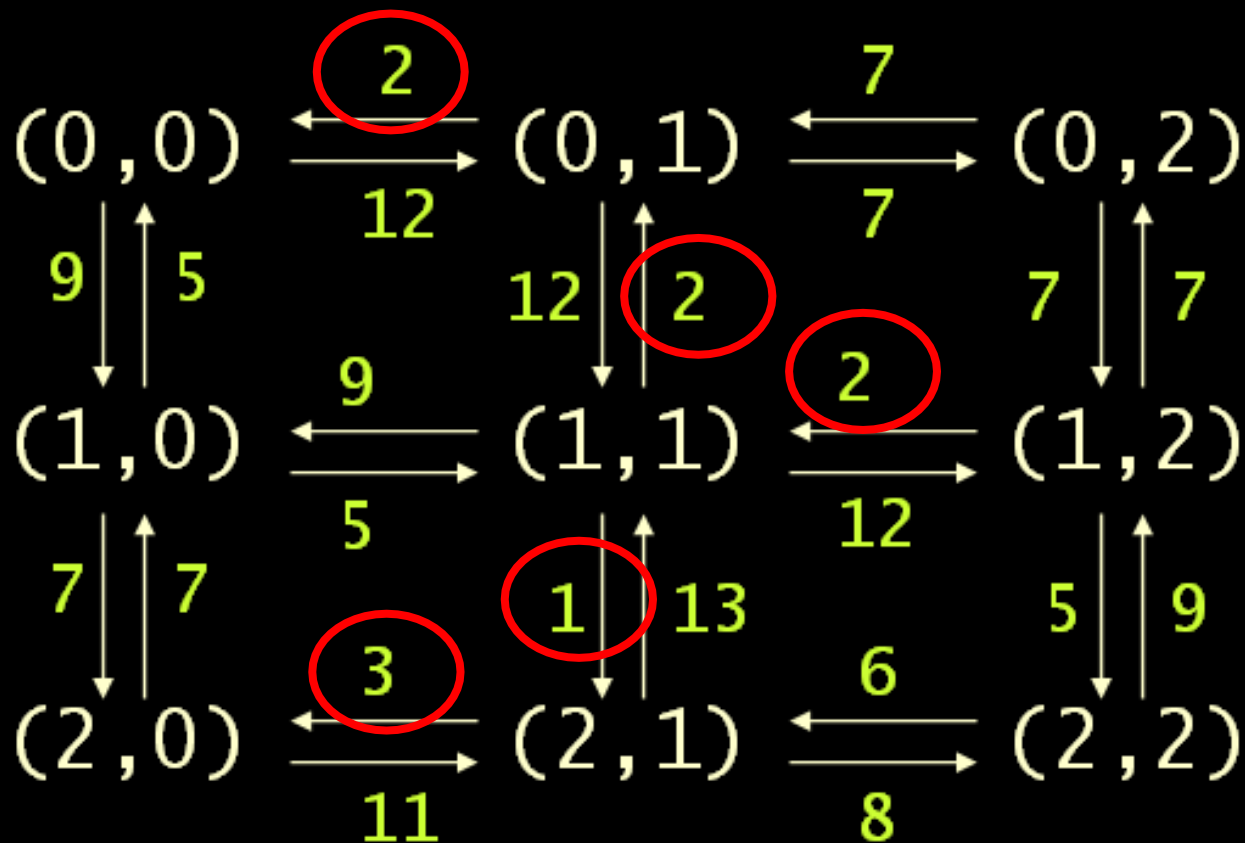
$$C[1,2 - 0,2] = 7 - (7-2) = 7$$

$$C[2,2 - 1,2] = 7 - (2-2) = 9$$

DISKONTINUITAS

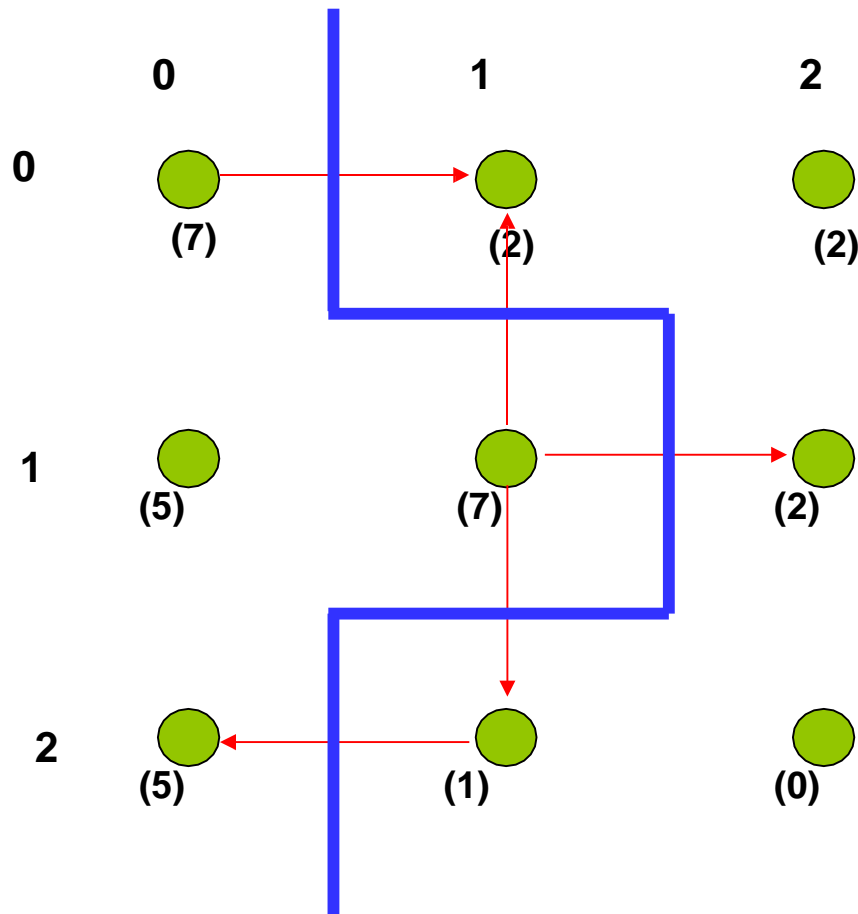
Contoh Global Processing

$$c(p,q) = H - [f(p) - f(q)]$$



DISKONTINUITAS

Contoh Global Processing



DISKONTINUITAS

Contoh Global Processing (2)

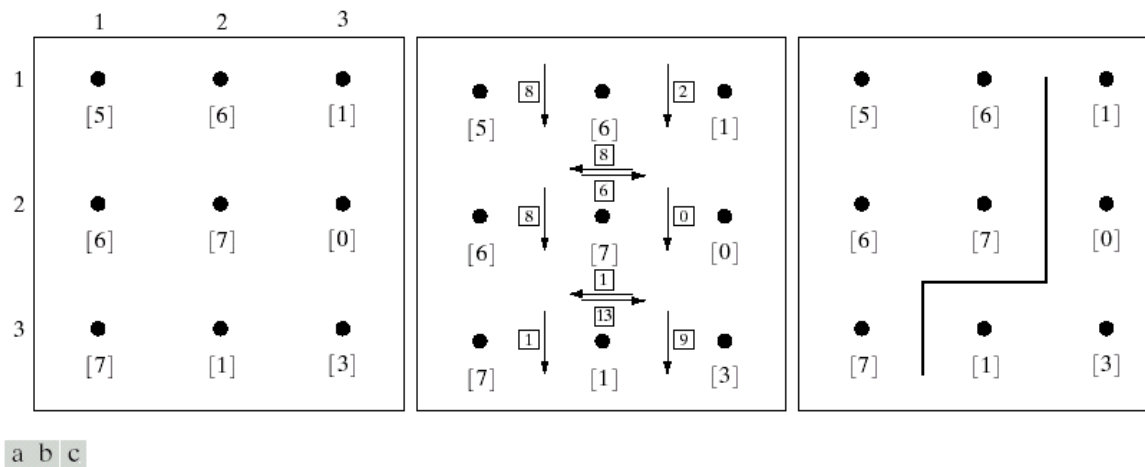


FIGURE 10.23 (a) A 3×3 image region. (b) Edge segments and their costs. (c) Edge corresponding to the lowest-cost path in the graph shown in Fig. 10.24.

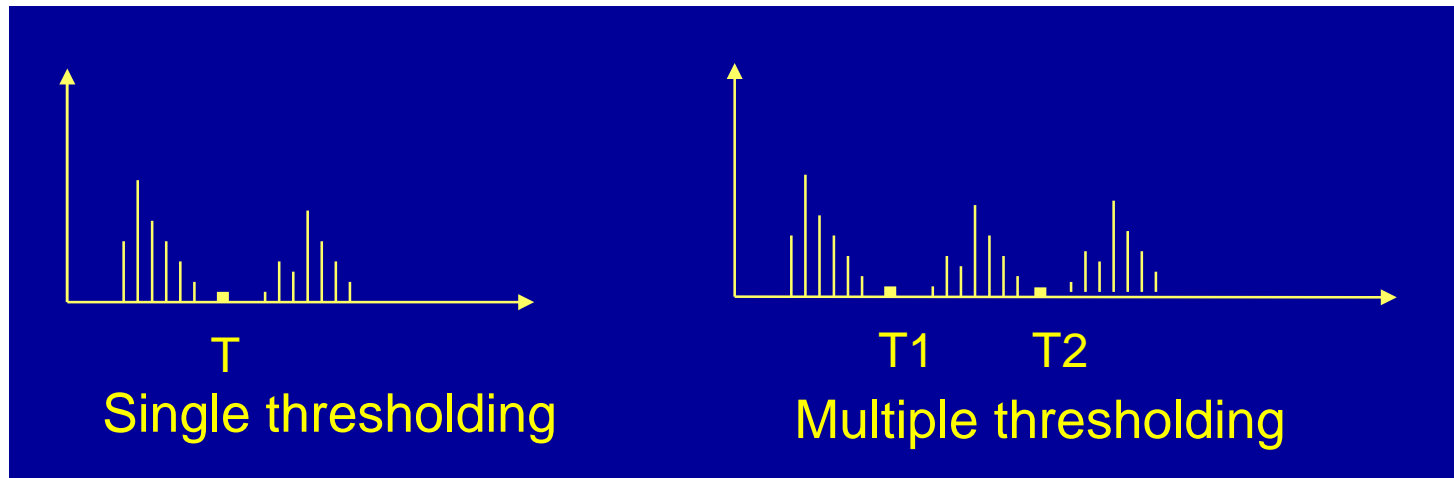
SIMILARITY (region based)

- ▮ Pengelompokan berdasar distribusi properti pixel (warna), contoh : thresholding
- ▮ Mencari region secara langsung berdasar 'persamaan' karakteristik suatu area, contoh: region growing, split & merge

SIMILARITY (region based)

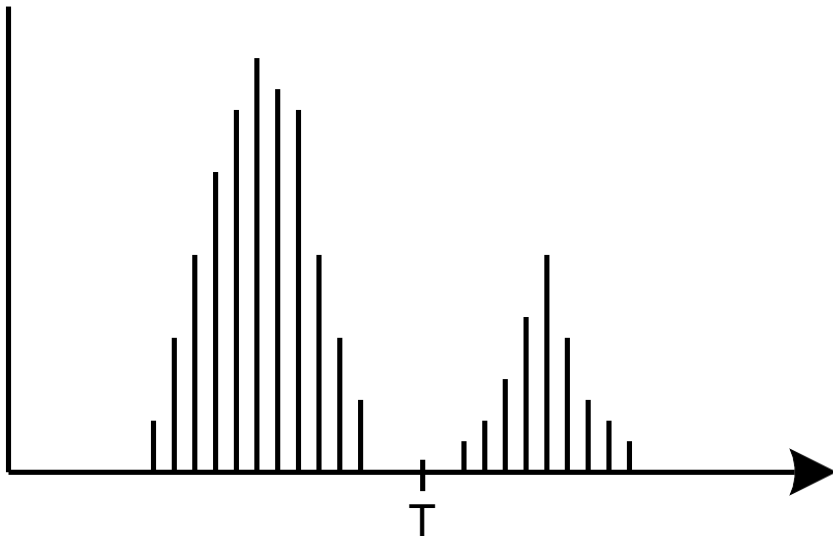
Thresholding

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

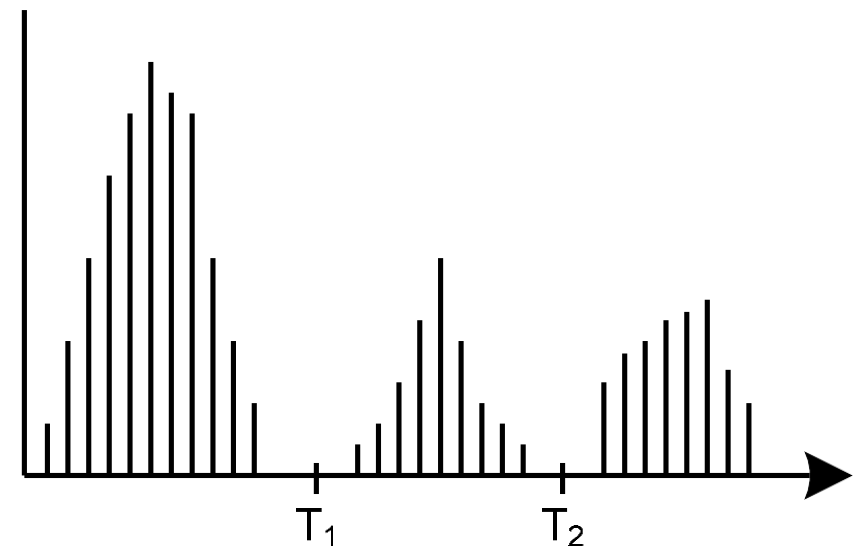


SIMILARITY (region based)

Thresholding



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases}$$



$$g(x, y) = \begin{cases} 0.0 & f(x, y) \leq T_1 \\ 0.5 & T_1 < f(x, y) \leq T_2 \\ 1.0 & T_2 < f(x, y) \end{cases}$$

SIMILARITY (region based)

▮ Thresholding

▮ Kelemahan :

- ▮ Penentuan nilai threshold yang tepat
- ▮ Bermasalah jika kemunculan tiap warna dalam citra cenderung sama → tidak bisa diprediksi batas antar objek

SIMILARITY (REGION BASED)

- ▮ *Kekurangannya: belum tentu menghasilkan wilayah-wilayah yang bersambungan*
- ▮ **Prosedur:**
 - ▮ *Memerlukan criteria of uniformity (**kriteria**)*
 - ▮ *Memerlukan penyebaran seeds atau dapat juga dengan pendekatan scan line*
 - ▮ *Dilakukan proses region growing*

SIMILARITY (REGION BASED)

▮ Konsep Dasar Region Based

- ▮ Anggap himpunan R adalah seluruh daerah citra. Kita akan mempartisi R menjadi daerah-daerah R_1, R_2, \dots, R_n , sedemikian hingga:
 - ▮ $R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup \dots \cup R_n = R$
 - ▮ R_i adalah daerah yang terhubung (untuk $i = 1, 2, \dots, n$)
 - ▮ $R_i \cap R_j = \emptyset$ untuk semua $i, j, i \neq j$
 - ▮ $P(R_i) = \text{TRUE}$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$
 - ▮ $P(R_i \cup R_j) = \text{FALSE}$ untuk $i \neq j$
- ▮ P adalah predikat/kriteria tertentu yang harus dimiliki suatu daerah.

SIMILARITY (REGION BASED)

▮ Region Growing

- ▮ Proses yang mengelompokkan pixel atau sub-region menjadi region yang lebih besar
- ▮ Pendekatan paling sederhana: *pixel aggregation*
 - ▮ Mulai dengan sekumpulan titik 'benih' (*seed*)
 - ▮ Dari titik-titik tsb region diperluas dengan menambahkan titik-titik tetangganya yang memiliki properti yang sama (misal: gray level, tekstur, warna)
 - ▮ Jika tidak ada lagi titik tetangga yang dapat ditambahkan lagi, maka proses untuk region tersebut dihentikan

SIMILARITY (REGION BASED)

Region Growing (ILUSTRASI)

Seed

0	0	5	6	7
1	1	5	6	7
0	1	6	7	7
2	0	7	6	6
0	1	5	6	5

Citra asli

a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b

Hasil segmentasi;
perbedaan warna
absolut dg seed < 3

a	a	a	a	a
a	a	a	a	a
a	a	a	a	a
a	a	a	a	a
a	a	a	a	a

Hasil segmentasi;
perbedaan warna
absolut dg seed < 8

SIMILARITY (REGION BASED)

▮ Region Growing

▮ Masalah dengan region growing :

- ▮ Penentuan lokasi seeds yang tepat
 - ▮ Tergantung aplikasi
 - ▮ Misal: warna yang sering muncul, warna terang dll
- ▮ Penentuan properti yang tepat untuk mengelompokkan titik menjadi region
 - ▮ Tergantung masalah dan data citra yang tersedia
 - ▮ Misal: intensitas, tekstur, data multispektral dll
- ▮ Kondisi penghenti
 - ▮ Dasar: jika tidak ada lagi titik tetangga yang memenuhi syarat
 - ▮ Tambahan: ukuran region, bentuk dll

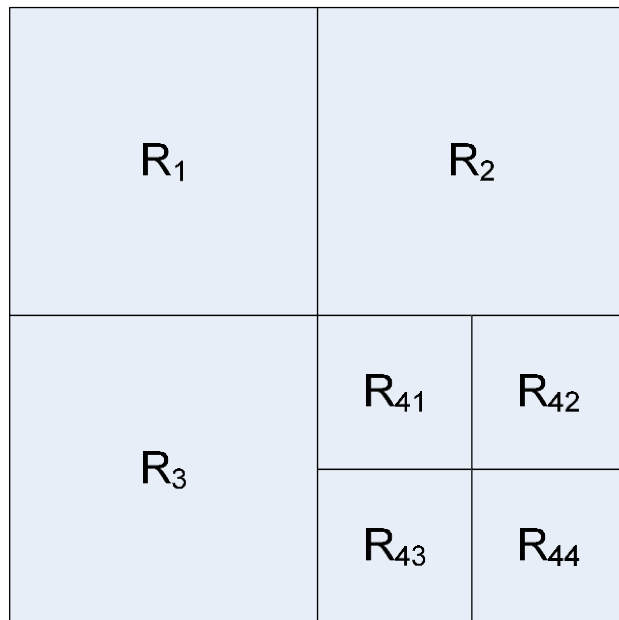
SIMILARITY (REGION BASED)

▮ Split & Merge

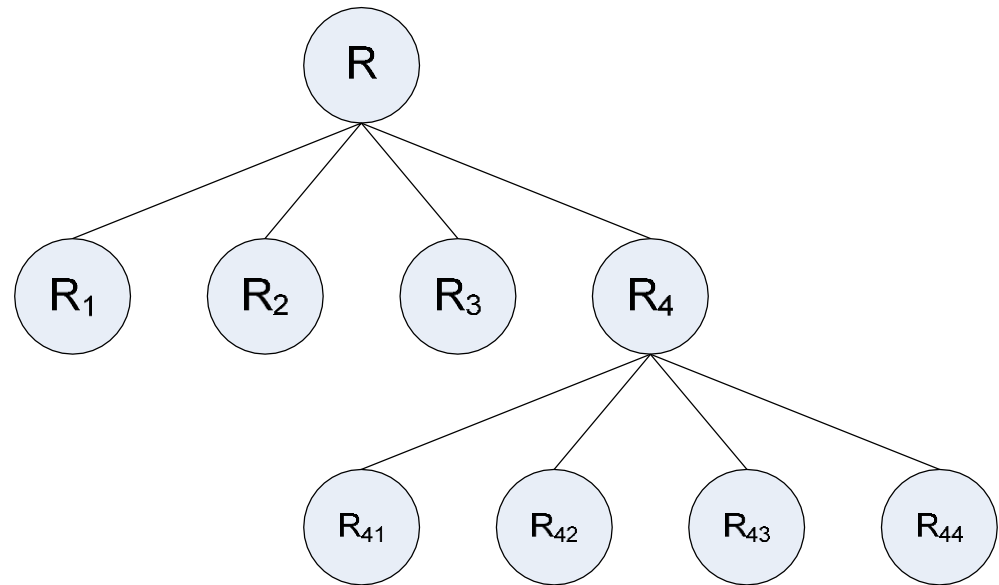
- ▮ **Splitting:** membagi citra menjadi beberapa daerah berdasarkan kriteria tertentu (teknik quadtree)
- ▮ **Merging:** gabungkan daerah-daerah berdekatan yang memiliki kriteria yang sama.
- ▮ **Kriteria:** bisa varian keabuan dll
- ▮ **Prosedur umum:**
 - ▮ Split R menjadi 4 kuadran disjoint jika $P(R) = \text{FALSE}$
 - ▮ Merge sembarang daerah berdekatan R_i, R_j jika $P(R_i \cup R_j) = \text{TRUE}$
 - ▮ Berhenti jika tidak ada proses split n merge yang bisa dilakukan

SIMILARITY (REGION BASED)

Split & Merge

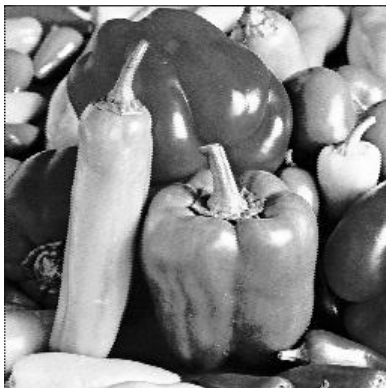


Citra terpartisi



Representasi Quadtree

CONTOH SEGMENTASI



CONTOH SEGMENTASI

