

SEGMENTASI CITRA DIGITAL



Segmentasi citra digital adalah pembagian daerah citra digital menjadi bagian-bagian daerah yang lebih kecil berdasarkan letak piksel dan intensitasnya yang masih berdekatan

Tujuan Segmentasi Citra

Proses segmentasi citra bertujuan untuk mengelompokkan pixel-pixel objek menjadi wilayah(region) yang merepresentasikan objek

Pendahuluan

Segmentasi merupakan proses mempartisi citra menjadi beberapa daerah atau objek

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

Metode Segmentasi Citra

1. Thresholding
2. Active Countour
3. Segmentasi warna berdasarkan komponen Hue
4. Deteksi Tepi
5. Transformasi Hough
6. Watershed

Thresholding

Thresholding merupakan salah satu metode segmentasi citra di mana prosesnya didasarkan pada perbedaan derajat keabuan citra.

Dalam proses ini dibutuhkan suatu nilai batas yang disebut nilai threshold.

Nilai intensitas citra yang lebih dari atau sama dengan nilai threshold akan diubah menjadi putih (1) sedangkan nilai intensitas citra yang kurang dari nilai threshold akan diubah menjadi hitam (0).

Sehingga keluaran dari hasil thresholding adalah berupa citra biner.

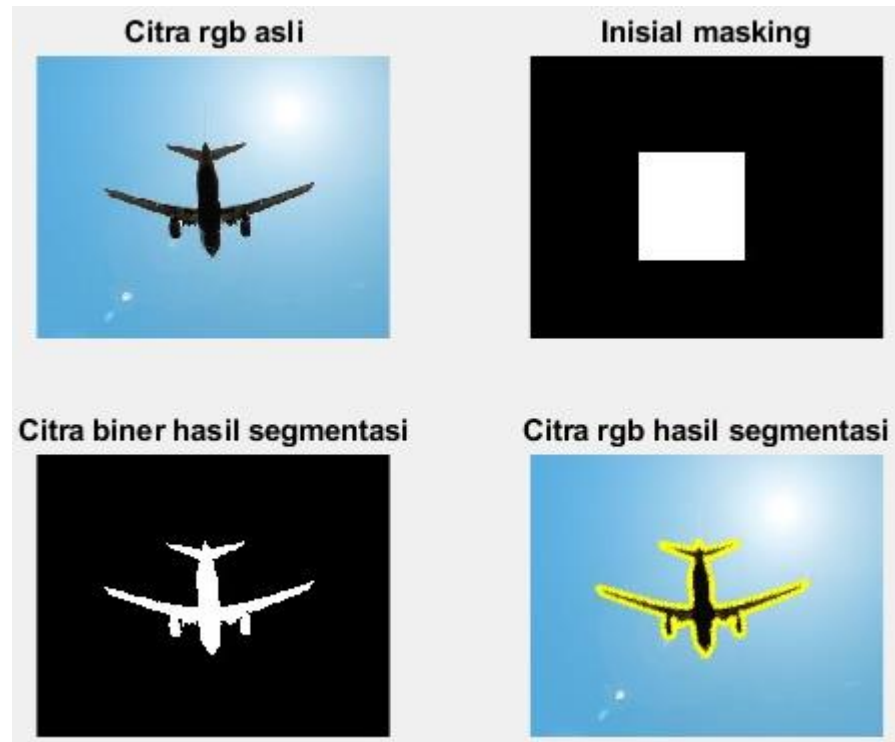
Thresholding



Tujuan segmentasi citra di atas adalah untuk memisahkan antara objek dengan background. Metode segmentasi citra dapat dikembangkan lebih lanjut agar diperoleh hasil segmentasi yang lebih baik lagi.

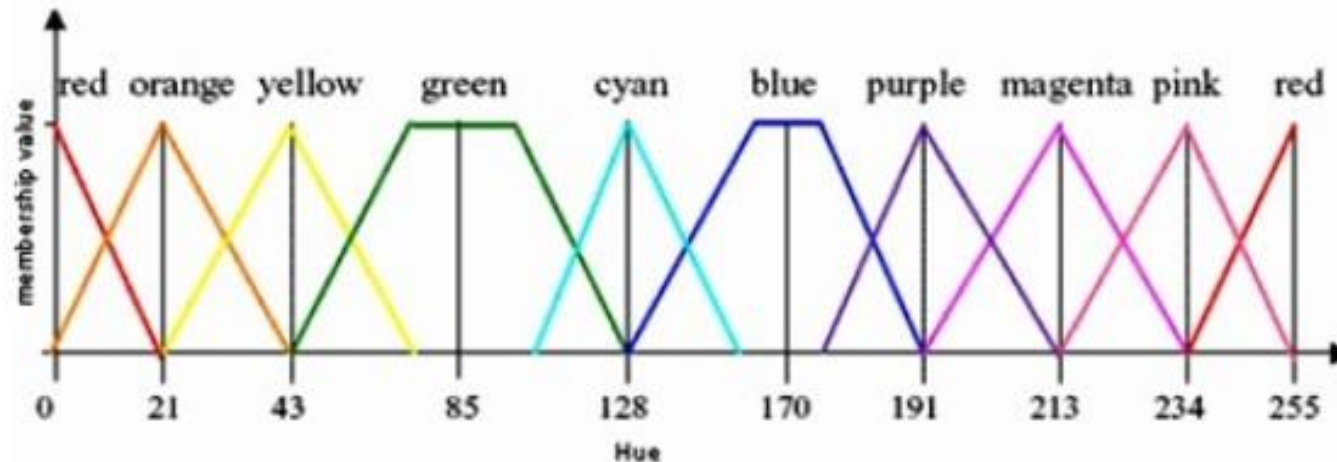
Active Contour

Active contour adalah metode segmentasi menggunakan model kurva tertutup yang dapat bergerak melebar ataupun menyempit



Segmentasi Warna

Segmentasi warna merupakan salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan antara objek dengan background berdasarkan ciri warna tertentu dari objek tersebut. Proses segmentasi warna, salah satunya dapat dilakukan dengan cara mengkonversi ruang warna citra yang semula RGB (Red, Green, Blue) menjadi ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value). Komponen Hue merupakan komponen yang merepresentasikan warna dari berbagai panjang gelombang cahaya. Komponen Hue dari ruang warna HSV kemudian diekstrak dan dibagi-bagi menjadi beberapa daerah warna



Segmentasi Warna



Pendekatan Edge-Based

Kekurangannya: belum tentu menghasilkan edge yang kontinue, mengakibatkan terjadinya kebocoran wilayah (wilayah-wilayah yang tidak tertutup)

Prosedur:

- Melakukan proses deteksi sisi dengan operator gradient. Masukannya citra gray level dan keluarannya citra edge (biner)



Mendeteksi discontinuity

Terdiri dari: deteksi titik, deteksi garis, deteksi sisi

Dapat menggunakan mask/kernel, berbeda untuk setiap jenis deteksi

Khusus untuk deteksi sisi, dapat menggunakan cara-cara yang telah dibahas sebelumnya, seperti dengan menggunakan operator gradien (Roberts, Sobel, Prewitt), atau Laplacian.

Deteksi Titik

Mengisolasi suatu titik yang secara signifikan berbeda dengan titik-titik di sekitarnya.

Persamaan:

$$|R| \geq T \rightarrow$$

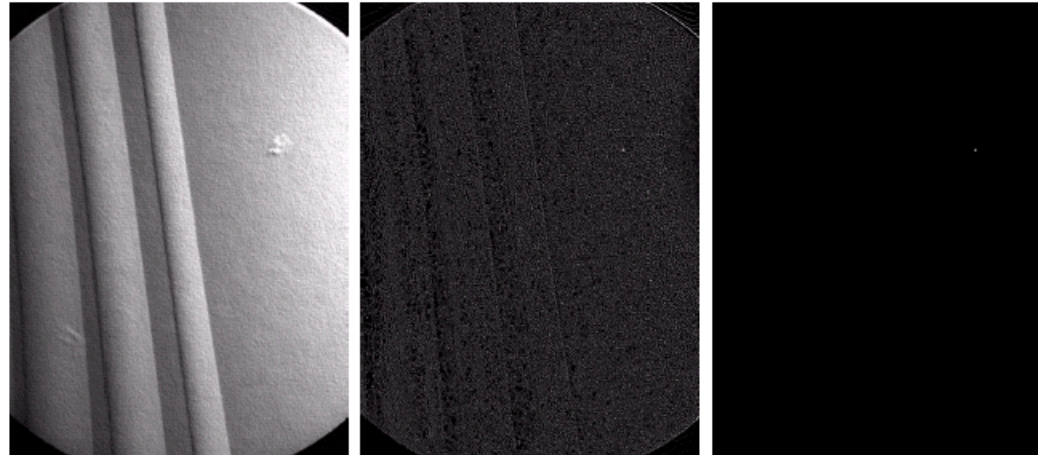
$T \rightarrow$ tresshold positif; $R \rightarrow$ nilai persamaan

Kernel yang dipergunakan:

$$R = \sum_{i=1}^9 W_i Z_i$$

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

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.)

Contoh Deteksi Titik



Deteksi Garis

Mencocokkan dengan kernel dan menunjukkan bagian tertentu yang berbeda secara garis lurus vertikal, horisontal, diagonal kanan maupun diagonal kiri.

Persamaan :

$$|R_i| > |R_j| \text{ dimana } i \neq j$$

Filter-Filter untuk deteksi Garis

HORISONTAL

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

VERTIKAL

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

Diagonal kiri

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

Diagonal Kanan

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

Deteksi Garis

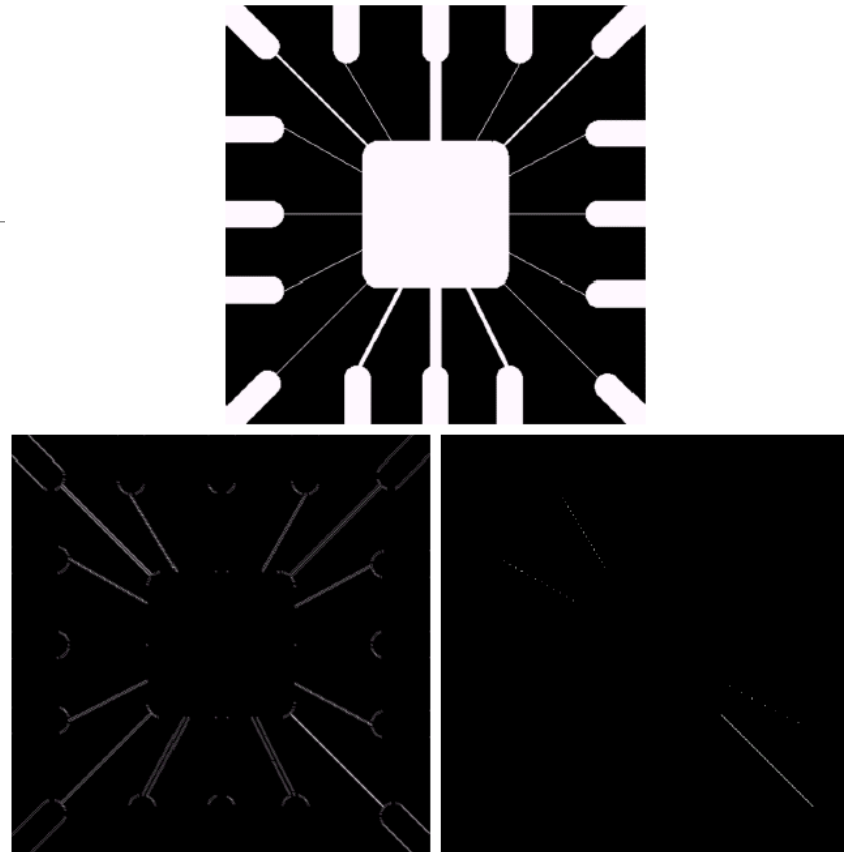


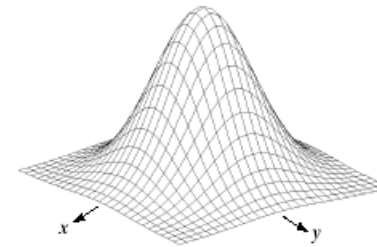
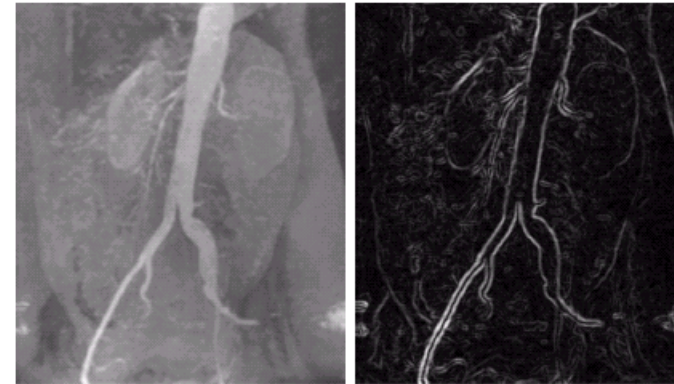
FIGURE 10.3 Line masks.

-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	2	-1	2	-1	-1
2	2	2	-1	2	-1	-1	2	-1	-1	2	-1
-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2
Horizontal			+45°			Vertical			-45°		

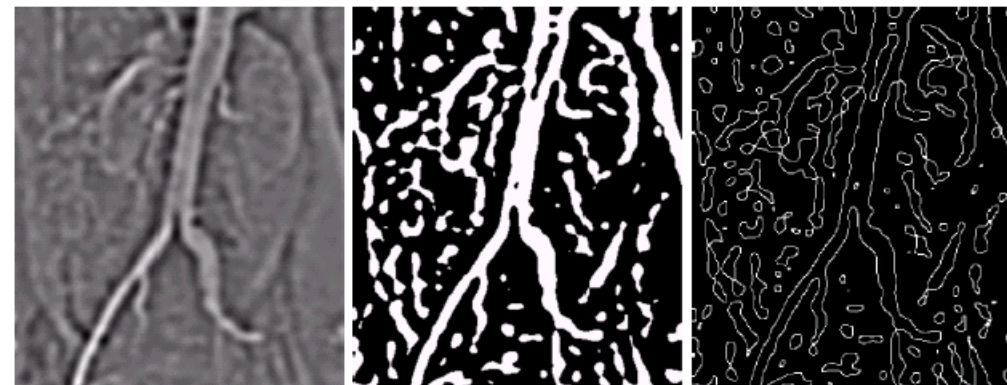
a
b c

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).

Deteksi Sisi



-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.)

Edge Linking & Boundary det.

Hasil dari deteksi sisi seringkali tidak menghasilkan sisi 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

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

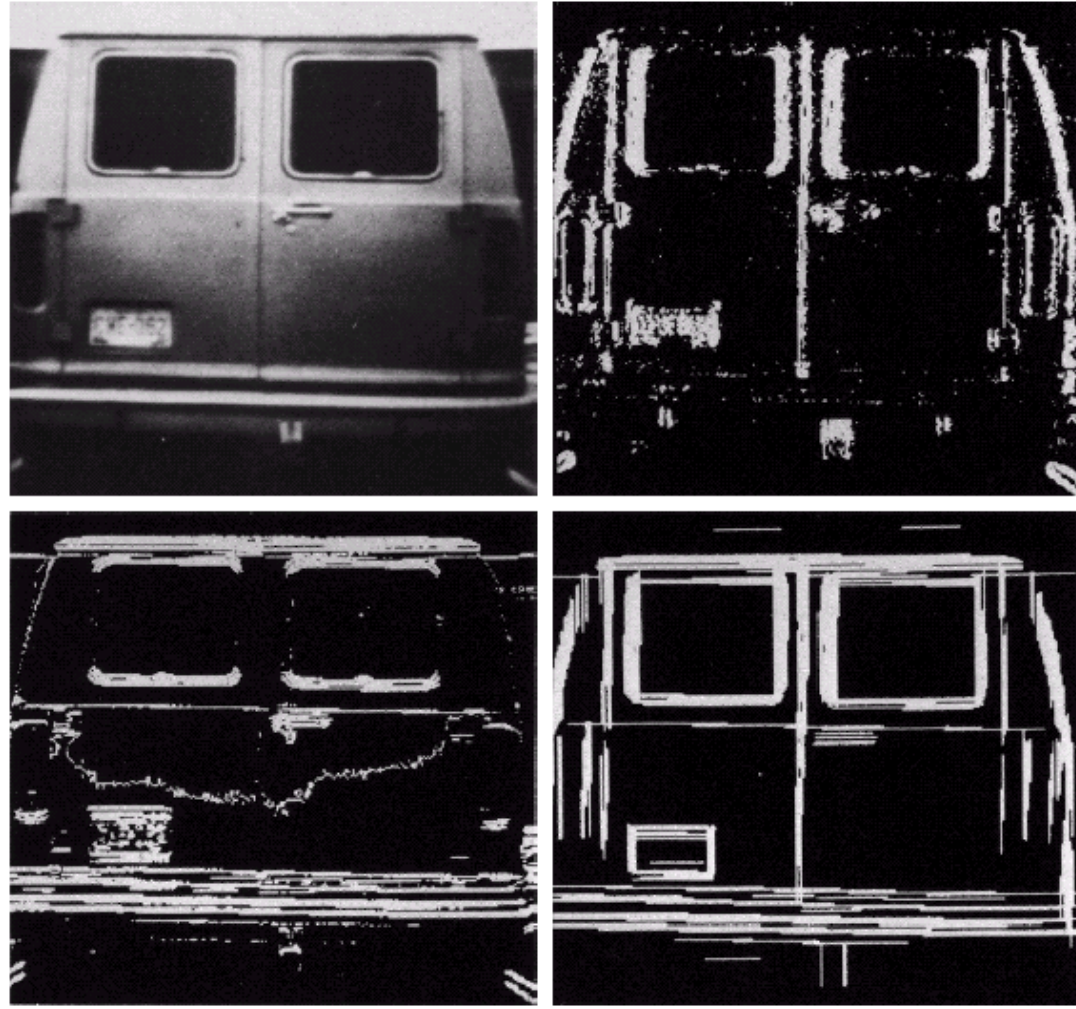
- $|\nabla f(x,y) - \nabla f(x_0, y_0)| \leq E$
- $|\alpha(x,y) - \alpha(x_0, y_0)| < A$
- E dan A adalah nilai ambang non negatif

Contoh

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.)



Global Proc. w/ 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

Contoh

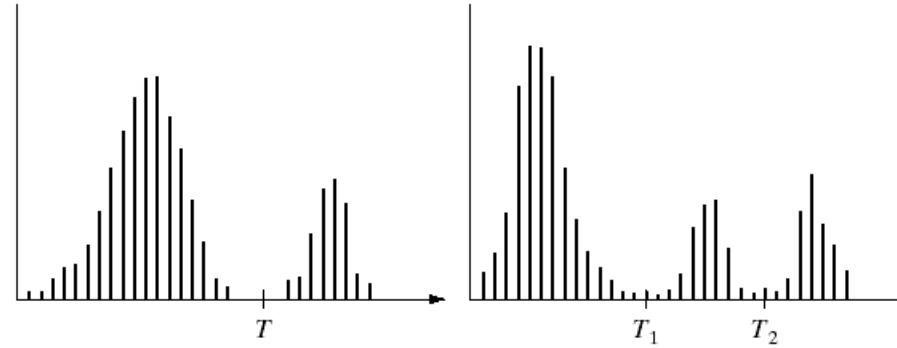


FIGURE 10.25
Image of noisy
chromosome
silhouette and
edge boundary
(in white)
determined by
graph search.

Thresholding

Sering digunakan untuk segmentasi karena mudah dan intuitif.

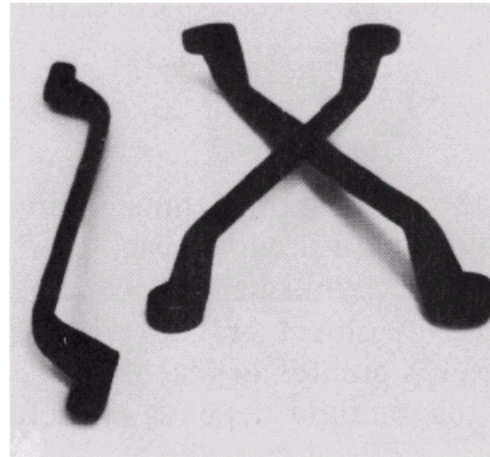
Diasumsikan setiap objek cenderung memiliki warna yang homogen dan terletak pada kisaran keabuan tertentu



a b

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

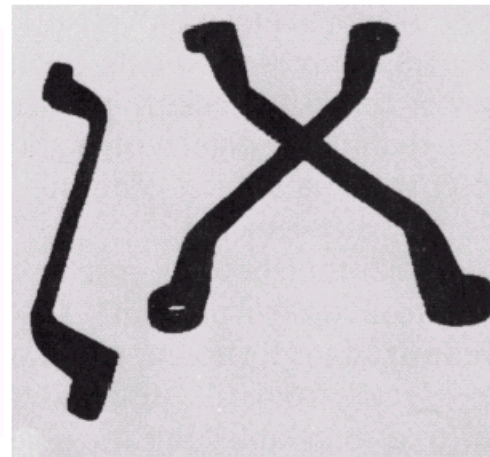
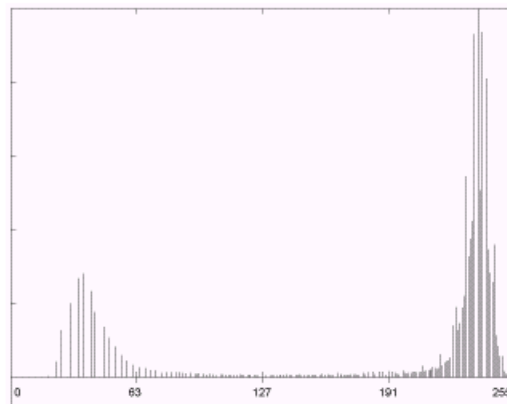
Contoh



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.



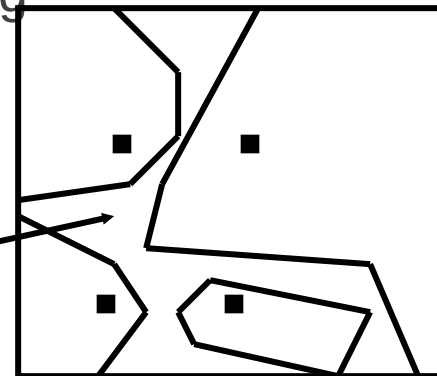
Pendekatan Region-Based

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

unidentified region



Region-based

Konsep Dasar

Anggap himpunan R adalah seluruh daerah citra. Kita akan mempartisi R menjadi daerah-daerah $R_1, R_2, \dots, R_n$, sedemikian hingga:

- $R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup \dots R_n = R$
- 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.

Region Growing

Tentukan beberapa piksel seed.

- Seed bisa ditentukan manual atau secara random

Untuk setiap piksel seed, lihat 4 atau 8 tetangganya, jika **kriterianya** sama (**kriteria** bisa berupa perbedaan keabuan dengan seed, dll) maka tetangga tersebut bisa dianggap berada dalam 1 region/daerah dengan piksel seed.

Teruskan proses dengan mengecek tetangga dari tetangga yang sudah kita cek, dst.

Tidak bisa hanya digunakan **kriteria** saja, tanpa melihat konektivitas ketetanggaan, karena bisa tidak membentuk daerah

Stopping rule kadang tidak mencakup semua kemungkinan sehingga pada akhir region growing ada piksel yang belum dicek sama sekali.

Ilustrasi

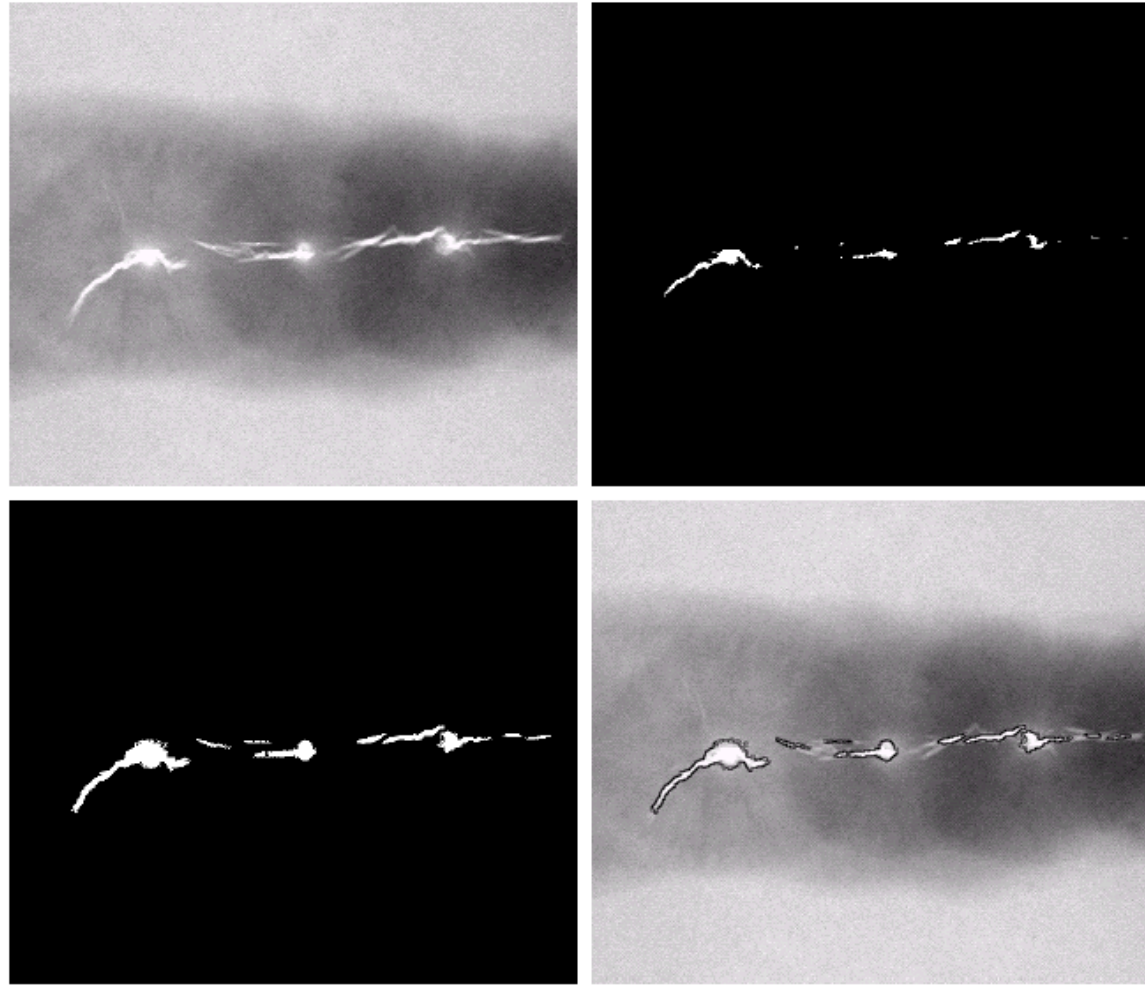


Contoh

a	b
c	d

FIGURE 10.40

(a) Image showing defective welds. (b) Seed points. (c) Result of region growing. (d) Boundaries of segmented defective welds (in black). (Original image courtesy of X-TEK Systems, Ltd.).



Region Splitting n Merging

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:

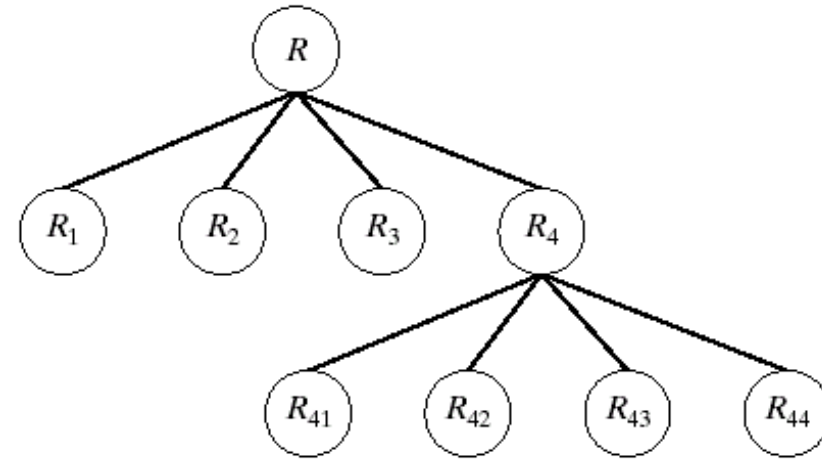
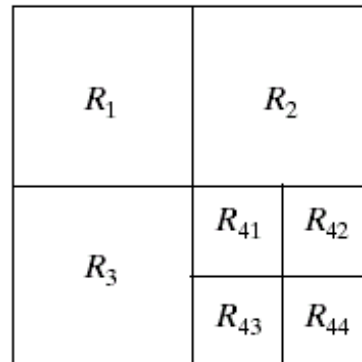
- Split R menjadi 4 kuadran disjoint jika $P(R) = \text{FALSE}$
- Merge sembarang daerah berdekatan R_i, R_j jika $P(R_i \cup R_j) = \text{TRUE}$
- Berhenti jika tidak ada proses split n merge yang bisa dilakukan

Contoh

a b

FIGURE 10.42

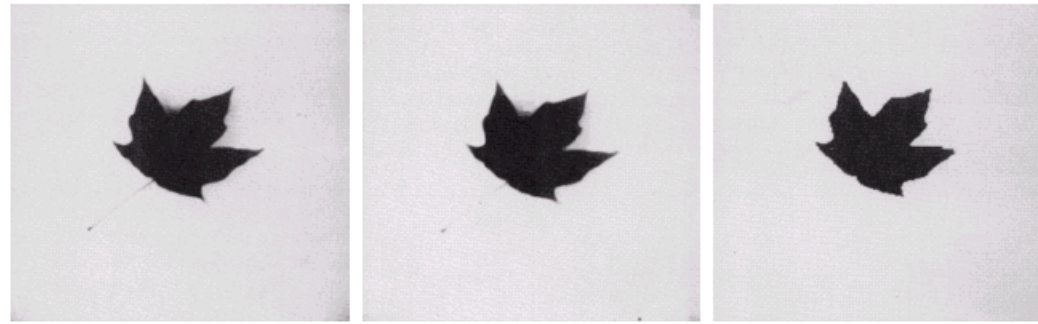
(a) Partitioned image.
(b) Corresponding quadtree.



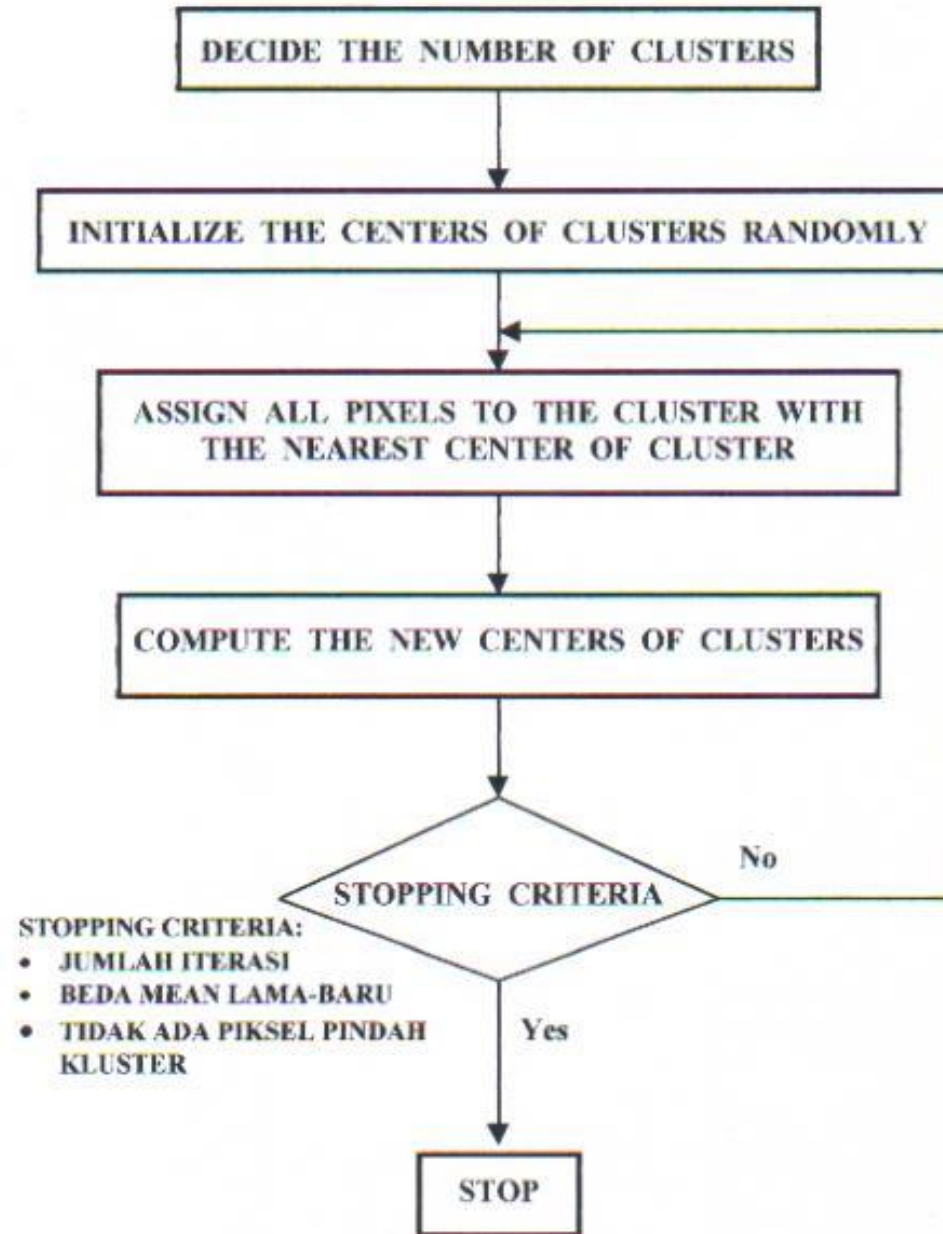
a b c

FIGURE 10.43

(a) Original image.
(b) Result of split and merge procedure.
(c) Result of thresholding (a).



K-Means Clustering



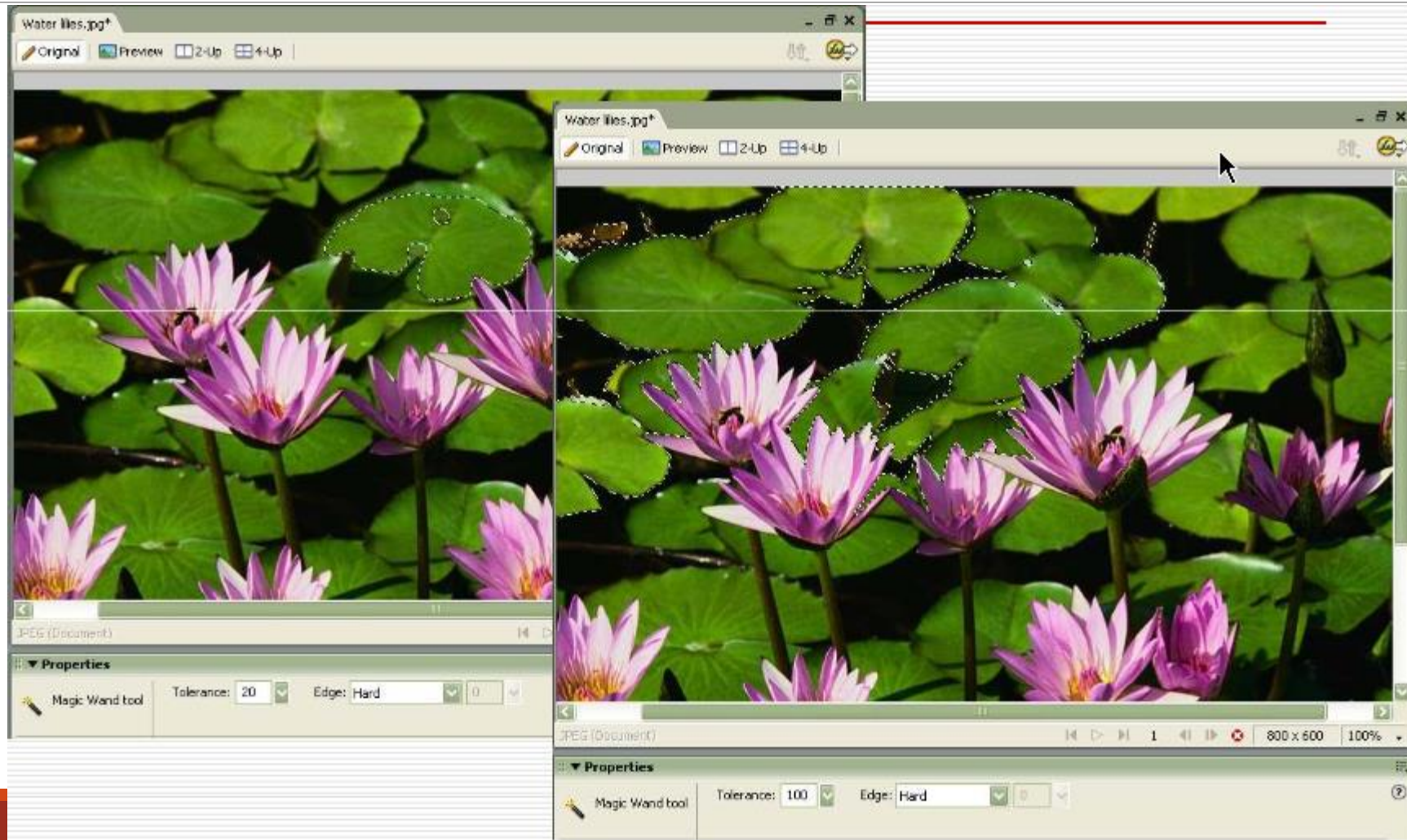
Pendekatan Hybrid Edge & Region Based

Bertujuan untuk mendapatkan segmentasi dengan wilayah-wilayah yang tertutup dan bersambungan

Prosedur:

- Lakukan proses deteksi sisi untuk menghasilkan citra sisi (piksel edge dan piksel non-edge)
- Lakukan pemisahan wilayah dengan metode connected region. Connected regions adalah set piksel 4-tetangga yang bukan piksel edge.
- Selanjutnya dilakukan proses merging regions dengan rumusan-rumusan tertentu

Aplikasi Segmentasi



Connected Component Labeling

	$P(x, y)$	
$P(x-1, y)$	$P(x, y)$	$P(x+1, y)$
	$P(x, y+1)$	

$P(x-1, y-1)$	$P(x, y-1)$	$P(x+1, y-1)$
$P(x-1, y)$	$P(x, y)$	$P(x+1, y)$
$P(x-1, y+1)$	$P(x, y+1)$	$P(x+1, y+1)$

