

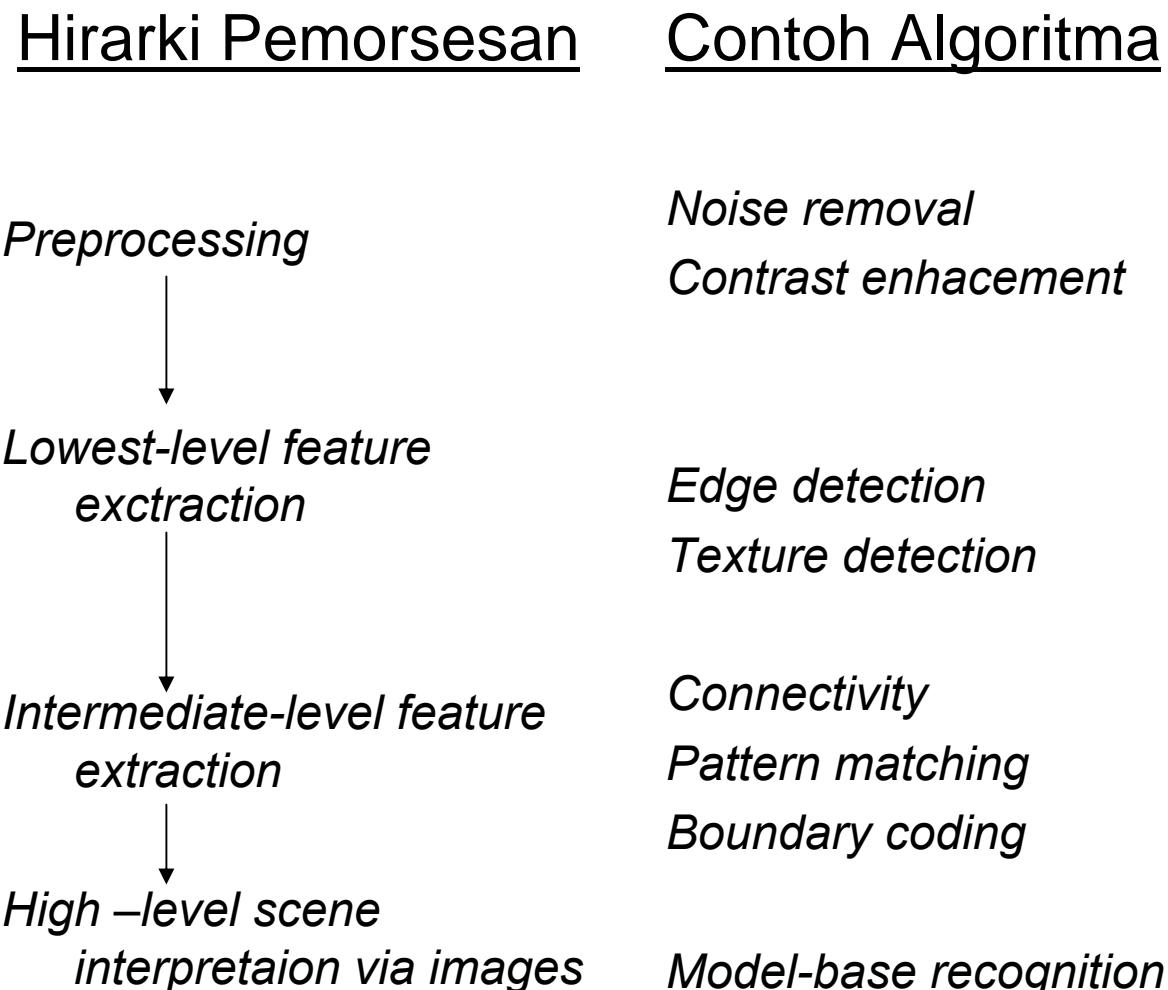
Pengolahan Citra : Konsep Dasar

Universitas Gunadarma
2006

Definisi dan Tujuan Pengolahan Citra

- Pengolahan Citra / Image Processing :
 - Proses memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer
 - Teknik pengolahan citra dengan mentrasformasikan citra menjadi citra lain, contoh : pemampatan citra (image compression)
 - Pengolahan citra merupakan proses awal (preprocessing) dari komputer visi.
- Pengenalan pola (pattern recognition) :
 - Pengelompokan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh komputer agar suatu objek dalam citra dapat dikenali dan diinterpretasi.
 - Pengenalan pola adalah tahapan selanjutnya atau analisis dari pengolahan citra

Proses Umum Komputer Visi (Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola)



Operasi Pengolahan Citra (1/2)

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*)

Tujuan : memperbaiki kualitas citra dengan memanipulasi parameter-parameter citra.

Operasi perbaikan citra :

- Perbaikan kontras gelap/terang
- Perbaikan tepian objek (*edge enhancement*)
- Penajaman (*sharpening*)
- Pemberian warna semu(*pseudocoloring*)
- Penapisan derau (*noise filtering*)

2. Pemugaran citra (*image restoration*)

Tujuan : menghilangkan cacat pada citra.

Perbedaannya dengan perbaikan citra : penyebab degradasi citra diketahui.

Operasi pemugaran citra :

- Penghilangan kesamaran (*deblurring*)
- Penghilangan derau (*noise*)

3. Pemampatan citra (*image compression*)

Tujuan : citra direpresentasikan dalam bentuk lebih kompak, sehingga keperluan memori lebih sedikit namun dengan tetap mempertahankan kualitas gambar (misal dari .BMP menjadi .JPG)

Operasi Pengolahan Citra (2/2)

4. Segmentasi citra (*image segmentation*)

Tujuan : memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu.

Berkaitan erat dengan pengenalan pola.

5. Pengorakan citra (*image analysis*)

Tujuan : menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya.

Diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya

Operasi pengorakan citra :

- Pendekslsian tepi objek (*edge detection*)
- Ekstraksi batas (*boundary*)
- Represenasi daerah (*region*)

6. Rekonstruksi citra (*Image reconstruction*)

Tujuan : membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi.

Aplikasi Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola

- Bidang Perdagangan
 - Pembacaan *bar code* pada barang di supermarket
 - Pengenalan huruf/angka pada formulir secara otomatis
- Bidang Militer
 - Mengenali peluru kendali melalui sensor visual
 - Mengidentifikasi jenis pesawat musuh
- Bidang Kedokteran
 - Deteksi kanker dengan sinar X
 - Rekonstruksi foto janin hasil USG
- Bidang Biologi
 - Penenalan kromosom melalui gambar mikroskopik
- Komunikasi Data
 - Pemampatan citra transmisi
- Hiburan
 - Pemampatan video MPEG
- Robotika
 - *Visual guided autonomous navigation*
- Pemetaan
 - Klasifikasi penggunaan tanah melalui foto udara
- Geologi
 - Mengenali jenis bebatuan melalui foto udara
- Hukum
 - Pengenalan sidik jari
 - Pengenalan foto narapidana

Pembentukan Citra

Citra ada 2 macam :

- Citra Kontinu
 - Dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog.
 - Contoh : mata manusia, kamera analog
- Citra Diskrit / Citra Digital
 - Dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu.
 - Contoh : kamera digital, scanner

Model Citra (1/2)

- Citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang 2D
- Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang 2D disimbolkan dengan $f(x,y)$, dimana :
 - (x,y) : koordinat pada bidang 2D
 - $f(x,y)$: intensitas cahaya (*brightness*) pada titik (x,y)
- Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga, $0 \leq f(x,y) \leq \infty$
- $$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$$

Dimana :

 - $i(x,y)$: jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya (*illumination*) yang nilainya $0 \leq i(x,y) \leq \infty$
Nilai $i(x,y)$ ditentukan oleh sumber cahaya
 - $r(x,y)$: derajat kemampuan obyek memantulkan cahaya (*reflection*) yang nilainya $0 \leq r(x,y) \leq 1$
Nilai $r(x,y)$ ditentukan oleh karakteristik obyek di dalam citra. $r(x,y)=0$ mengindikasikan penyerapan total.
 $r(x,y)=1$ mengindikasikan pemantulan total

Model Citra (2/2)

- **Derajat Keabuan (grey level)** : intensitas f citra hitam-putih pada titik (x,y)
 - Derajat keabuan bergerak dari hitam ke putih.
 - Skala keabuan memiliki rentang : $I_{min} < f < I_{max}$ atau $[0,L]$, dimana intensitas 0 menyatakan hitam dan L menyatakan putih.
 - Contoh : citra hitam-putih dengan 256 level, artinya mempunyai skala abu-abu dari 0 sampai 255 atau $[0,255]$, dalam hal ini nilai 0 menyatakan hitam dan 255 menyatakan putih, nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.
- Citra hitam-putih : citra monokrom (*monochrome image*) atau citra satu kanal (satu fungsi intensitas)
- Citra berwarna : citra spektral , karena warna pada citra disusun oleh tiga komponen warna RGB (*Red-Green-Blue*)
 - Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari intensitas : merah ($f_{merah}(x,y)$), hijau ($f_{hijau}(x,y)$) dan biru ($f_{biru}(x,y)$),

Digitalisasi Citra

- Digitalisasi citra : representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit, sehingga disebut Citra Digital
- Citra digital berbentuk empat persegi panjang dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (lebar x panjang)
- Citra digital yang tingginya N , lebarnya M dan memiliki L derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi :

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

- Citra digital yang berukuran $N \times M$ lazimnya dinyatakan dengan matriks berukuran N baris dan M kolom, dan masing-masing elemen pada citra digital disebut pixel (*picture element*)

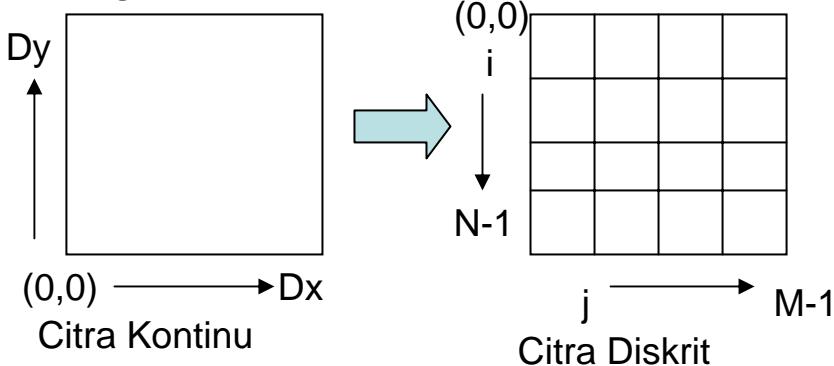
$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

- Contoh : suatu citra berukuran 256×256 pixel dengan intensitas beragam pada tiap pixelnya, direpresentasikan secara numerik dengan matriks terdiri dari 256 baris dan 256 kolom.

$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \dots & \dots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \dots & \dots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \dots & \dots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \dots & \dots & 156 \end{bmatrix}$$

Sampling

- Sampling : digitalisasi spasial (x,y).
- Citra kontinu disampling pada grid-grid yang berbentuk bujursangkar (kisi-kisi arah horizontal dan vertikal).



- Contoh : Sebuah citra berukuran 10x10 inchi dinyatakan dalam matriks yang berukuran 5×4 (5 baris 4 kolom). Tiap elemen citra lebarnya 2,5 inchi dan tingginya 2 inchi akan diisi dengan sebuah nilai bergantung pada rata-rata intensitas cahaya pada area tersebut.

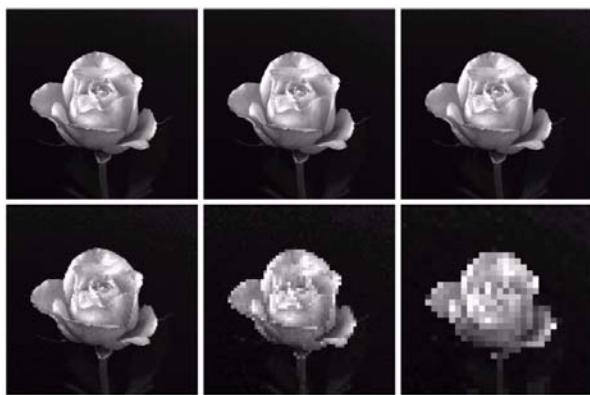


FIGURE 2.20 (a) 1024×1024 , 8-bit image. (b) 512×512 image resampled into 1024×1024 pixels by row and column duplication. (c) through (f) 256×256 , 128×128 , 64×64 , and 32×32 images resampled into 1024×1024 pixels.

- Pembagian gambar menjadi ukuran tertentu menentukan **RESOLUSI** (derajat rincian yang dapat dilihat) spasial yang diperoleh.
- Semakin tinggi resolusinya semakin kecil ukuran pixel atau semakin halus gambar yang diperoleh karena informasi yang hilang semakin kecil.

Kuantisasi

- Kuantisasi : pembagian skala keabuan (0,L) menjadi G level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat (integer), biasanya G diambil perpangkatan dari 2.

$$G = 2^m$$

dimana G : derajat keabuan

m : bilangan bulat positif

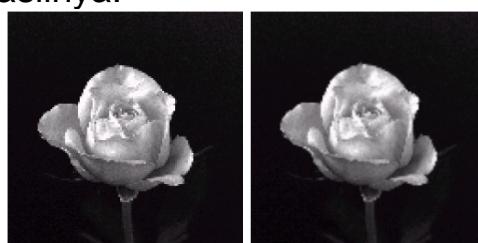
Skala Keabuan	Rentang Nilai Keabuan	Pixel Depth
2^1 (2 nilai)	0,1	1 bit
2^2 (4 nilai)	0, sampai 7	2 bit
2^3 (16 nilai)	0, sampai 15	3 bit
2^8 (256 nilai)	0, sampai 255	8 bit

Hitam dinyatakan dengan nilai derajat keabuan terendah, sedangkan putih dinyatakan dengan nilai derajat keabuan tertinggi, misalnya 15 untuk 16 level.

Jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan nilai keabuan pixel disebut ***pixel depth***. Sehingga citra dengan kedalaman 8 bit sering disebut citra-8 bit.

Besarnya derajat keabuan yang digunakan untuk menentukan resolusi kecerahan dari citra yang diperoleh.

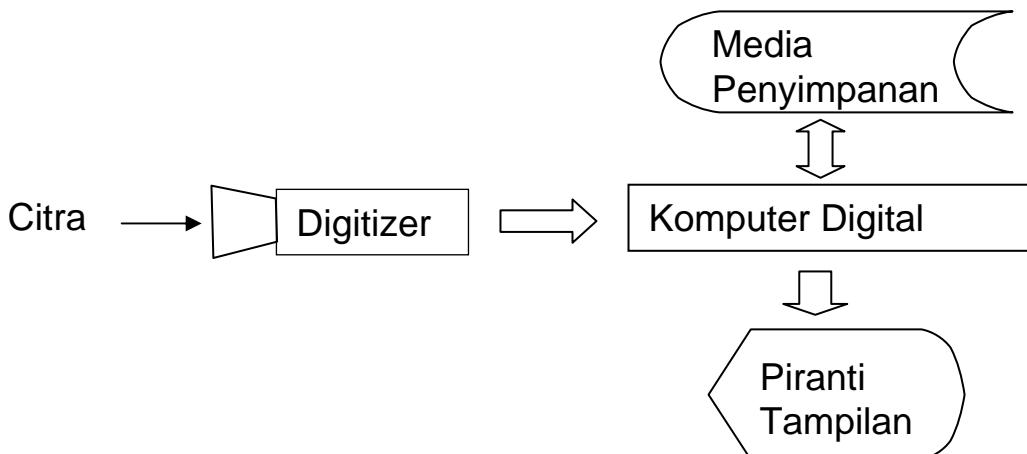
Semakin banyak jumlah derajat keabuan (jumlah bit kuantisasinya makin banyak), semakin bagus gambar yang diperoleh karena kemenerusan derajat keabuan akan semakin tinggi sehingga mendekati citra aslinya.



Elemen Dasar Citra Digital

- Kecerahan (*Brightness*)
 - Kecerahan : intensitas cahaya rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.
- Kontras (*Contrast*)
 - Kontras : sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra.
 - Citra dengan kontras rendah komposisi citranya sebagian besar terang atau sebagian besar gelap.
 - Citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terangnya tersebar merata.
- Kontur (*Contour*)
 - Kontur : keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel tetangga, sehingga kita dapat mendeteksi tepi objek di dalam citra.
- Warna (*Color*)
 - Warna : persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.
 - Warna-warna yang dapat ditangkap oleh mata manusia merupakan kombinasi cahaya dengan panjang berbeda. Kombinasi yang memberikan rentang warna paling lebar adalah red (*R*), green(*G*) dan blue (*B*).
- Bentuk (*Shape*)
 - Bentuk : properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa bentuk merupakan properti intrinsik utama untuk visual manusia.
 - Umumnya citra yang dibentuk oleh manusia merupakan 2D, sedangkan objek yang dilihat adalah 3D.
- Tekstur (*Texture*)
 - Tekstur : distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan pixel-pixel yang bertetangga.

Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital



- **Digitizer** (Digital Acquisition System) : sistem penangkap citra digital yang melakukan penjelajahan citra dan mengkonversinya ke representasi numerik sebagai masukan bagi komputer digital. Hasil dari digitizer adalah matriks yang elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu titik.
Digitizer terdiri dari 3 komponen dasar :
 - Sensor citra yang bekerja sebagai pengukur intensitas cahaya
 - Perangkat penjelajah yang berfungsi merekam hasil pengukuran intensitas pada seluruh bagian citra
 - Pengubah analog ke digital yang berfungsi melakukan sampling dan kuantisasi.
- **Komputer digital**, digunakan pada sistem pemroses citra, mampu melakukan berbagai fungsi pada citra digital resolusi tinggi.
- **Piranti Tampilan**, peraga berfungsi mengkonversi matriks intensitas tinggi merepresentasikan citra ke tampilan yang dapat diinterpretasi oleh manusia.
- **Media penyimpanan**, piranti yang mempunyai kapasitas memori besar sehingga gambar dapat disimpan secara permanen agar dapat diproses lagi pada waktu yang lain.