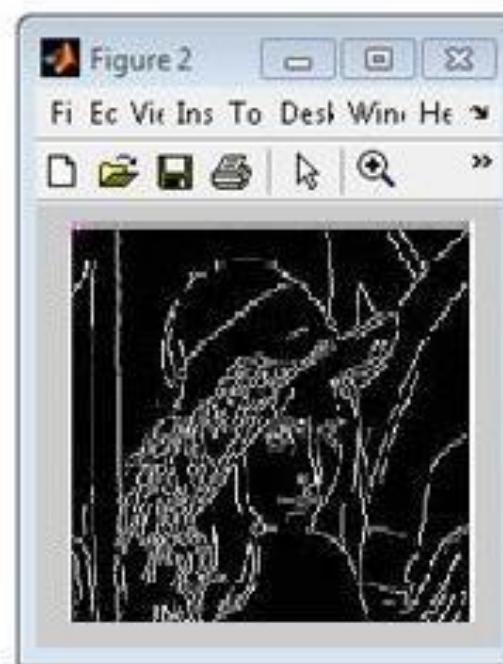


Operasi-operasi Dasar Pengolahan Citra Digital

Editor - E:\Program\matlab\work\konvolusi.m



Konvolusi.m

rgb2gray.m

script

Ln

Col 24

OVR

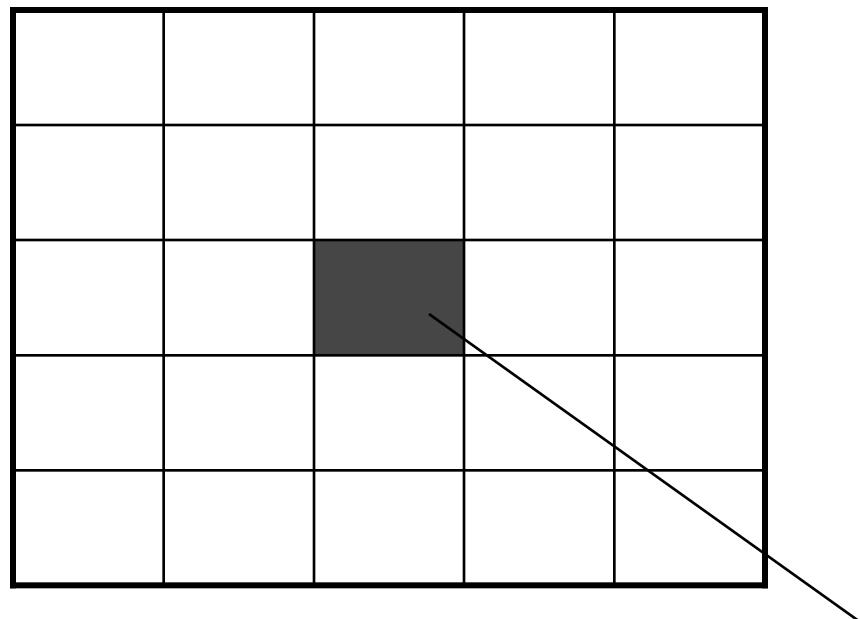
Jenis Operasi

- ▶ Operasi Titik
- ▶ Aras Lokal
- ▶ Aras Global
- ▶ Aras Objek

Operasi Titik

- ▶ Operasi dilakukan pada piksel tunggal di dalam citra
- ▶ Dikenal dengan nama *pointwise*
- ▶ Operasi dilakukan dengan mengakses piksel pada lokasi yang diberikan, dan kemudian mengganti nilai piksel tersebut dengan nilai yang baru
- ▶ operasi diulangi untuk keseluruhan piksel di dalam citra

Operasi Titik



$$O_{titik}\{f(x,y)\}$$

Operasi Titik

- ▶ Secara matematis, operasi titik dapat dinyatakan sebagai:

$$f_B(x, y) = O_{titik} \{f_A(x, y)\}$$

- ▶ Dengan f_A adalah piksel citra sebelum diolah, dan f_B adalah piksel citra sesudah diolah

Operasi Titik

- ▶ Operasi titik dapat diklasifikasikan menjadi 3:
 - Berdasarkan intensitas
 - Berdasarkan geometri
 - Atau gabungan keduanya

Operasi Titik – Intensitas

- ▶ Nilai intensitas u suatu piksel dapat diubah menjadi nilai baru v dengan menggunakan suatu transformasi h:

$$v = h(u)$$

- ▶ Contoh operasi titik berdasarkan intensitas adalah operasi pengambangan (*thresholding*)

Operasi Titik – Intensitas

- ▶ Contoh operasi titik yang lain:
 - Negatif digital
 - Pemotongan/clipping
 - Perubahan brightness → lihat pada operasi aritmetika penjumlahan/pengurangan citra dengan skalar
 - Lebih gelap
 - Lebih terang

Operasi Titik – Intensitas

Operasi Thresholding

- ▶ Pada Operasi pengambangan (thresholding), nilai intensitas pixel dipetakan ke salah satu dari dua nilai a_1 atau a_2 , berdasarkan nilai ambang (threshold) T :

$$f'(x, y) = \begin{cases} a_1, & f(x, y) < T \\ a_2, & f(x, y) \geq T \end{cases}$$

PENGAMBANGAN (lanjutan)

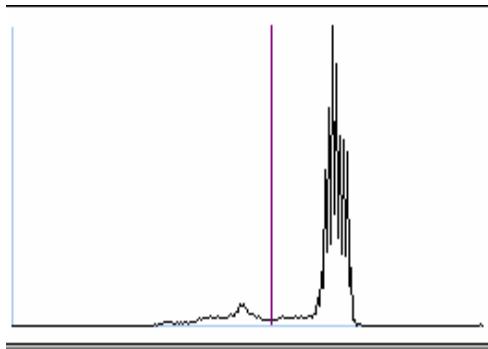
- Operasi pengambangan digunakan untuk mengubah citra dengan format skala keabuan, yang mempunyai kemungkinan nilai lebih dari 2 ke citra biner yang memiliki 2 buah nilai (yaitu 0 dan 1).
- **Pengambangan Tunggal**
Memiliki sebuah nilai batas ambang
Fungsinya

$K_o = \begin{cases} 0, & \text{jika } K_i < \text{ambang} \\ 1, & \text{jika } K_i \geq \text{ambang} \end{cases}$ (0 = hitam)
(1 = putih)

atau

$K_o = \begin{cases} 0, & \text{jika } K_i \geq \text{ambang} \\ 1, & \text{jika } K_i < \text{ambang} \end{cases}$

PENGAMBANGAN (*THRESHOLDING*)



Pengambangan Ganda

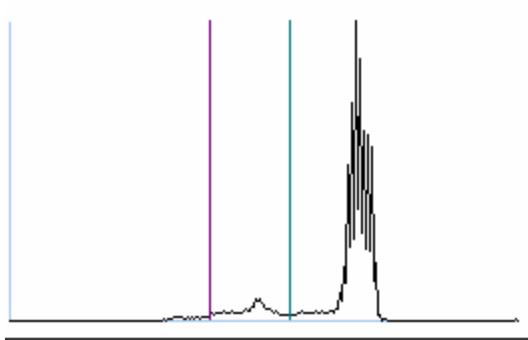
Pengambangan Ganda Memiliki ambang bawah dan ambang atas. Dilakukan untuk menampilkan titik-titik yang mempunyai rentang nilai skala keabuan tertentu

$$K_o = \begin{cases} 0, & \text{jika ambang bawah} \leq K_i \leq \text{ambang atas} \\ 1, & \text{lainnya.} \end{cases}$$

atau

$$K_o = \begin{cases} 1, & \text{jika ambang bawah} \leq K_i \leq \text{ambang atas} \\ 0, & \text{lainnya.} \end{cases}$$

Pengambangan Ganda



Operasi Titik – Intensitas

Operasi Thresholding

citra asli

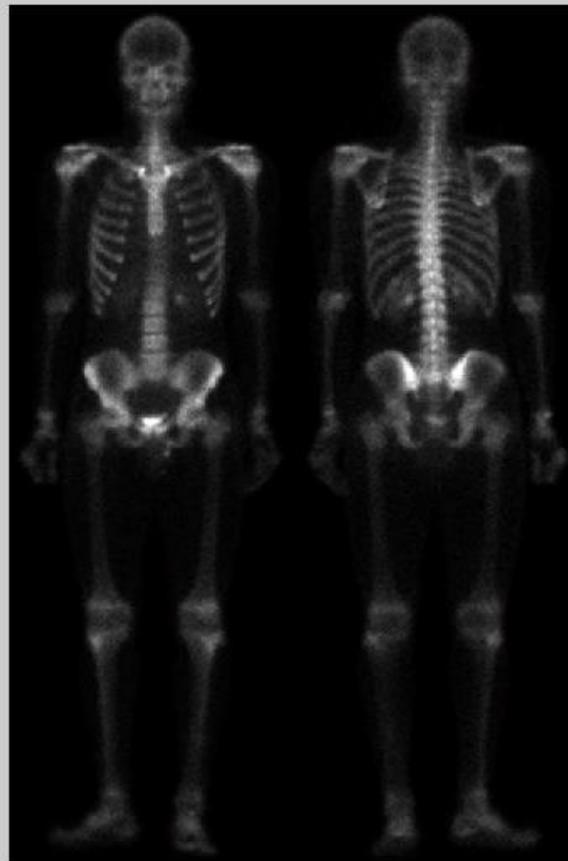


citra hasil Thresholding dg $T=145$

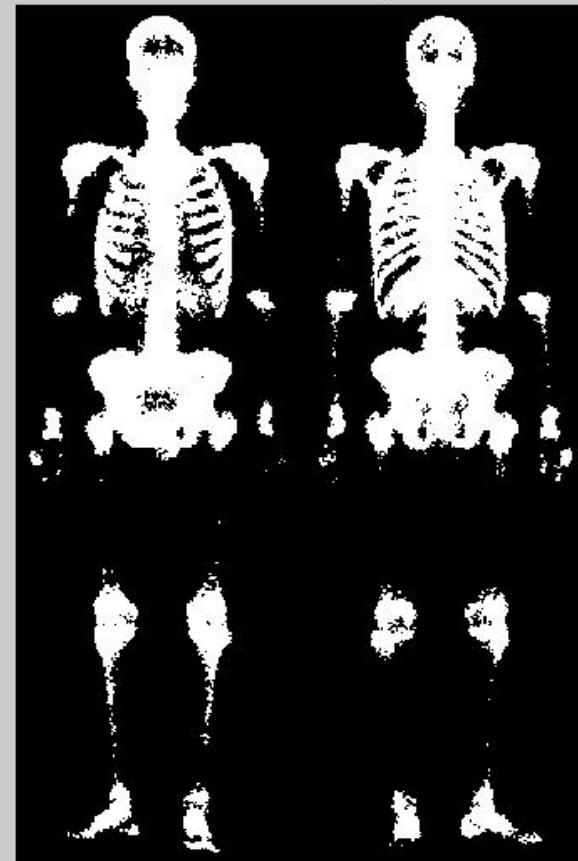


Operasi Thresholding

citra asli



citra hasil Thresholding dg T=30



Operasi Titik – Intensitas

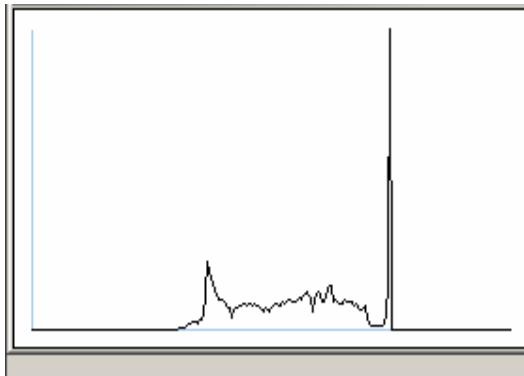
Operasi Negatif Digital

- ▶ Yaitu mendapatkan citra negatif meniru film negatif pada fotografi dengan cara mengurangi nilai intensitas pixel dari nilai keabuan maksimum.
- ▶ Misalnya pada citra dengan 256 derajat keabuan (8 bit), citra negatif diperoleh dengan persamaan :

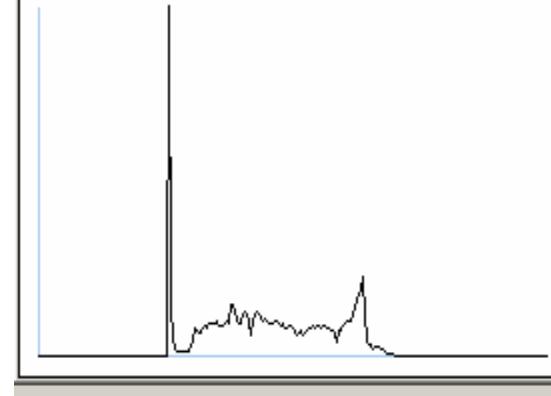
$$f'(x, y) = 255 - f(x, y)$$

Operasi Titik – Intensitas

Operasi Negatif Digital



Citra Asli



Citra Negatif Digital

Operasi Titik – Intensitas

Operasi Pemotongan (clipping)

- ▶ Operasi ini dilakukan jika nilai intensitas pixel hasil suatu operasi pengolahan citra terletak di bawah nilai intensitas minimum atau diatas nilai intensitas maksimum :

$$f'(x, y) = \begin{cases} 255, & f(x, y) > 255 \\ f(x, y), & 0 \leq f(x, y) \leq 255 \\ 0, & f(x, y) < 0 \end{cases}$$

Operasi Titik –Operasi Geometri

- ▶ Operasi Geometri berhubungan dengan perubahan bentuk geometri citra, antara lain :
 - ✓ Pencerminan (*flipping*)
 - ✓ Rotasi/pemutaran (*Rotating*)
 - ✓ Pemotongan (*Cropping*)
 - ✓ Penskalaan (*Scaling/Zooming*)
- ▶ LIHAT DIBAGIAN AKHIR PEMBAHASAN

Operasi Titik – Intensitas dan Geometri

- ▶ Mengubah nilai piksel, dan juga posisinya
- ▶ Contoh: *morphing*



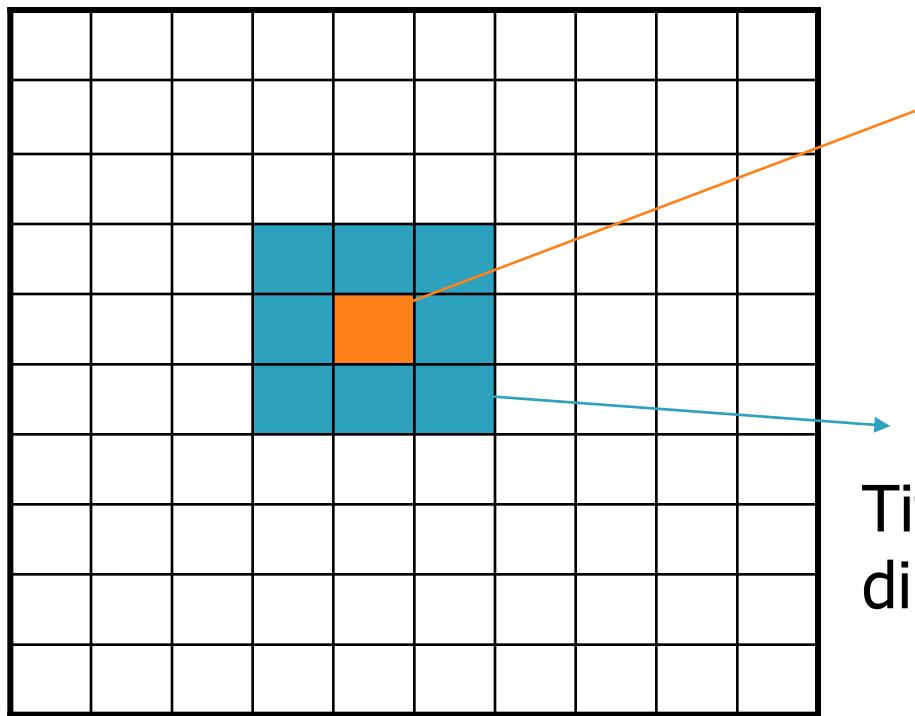




Aras Lokal

- ▶ Operasi melibatkan intensitas piksel tetangganya (*neighborhood*)
- ▶ Contoh: operasi konvolusi yang digunakan untuk deteksi tepi, penapisan citra

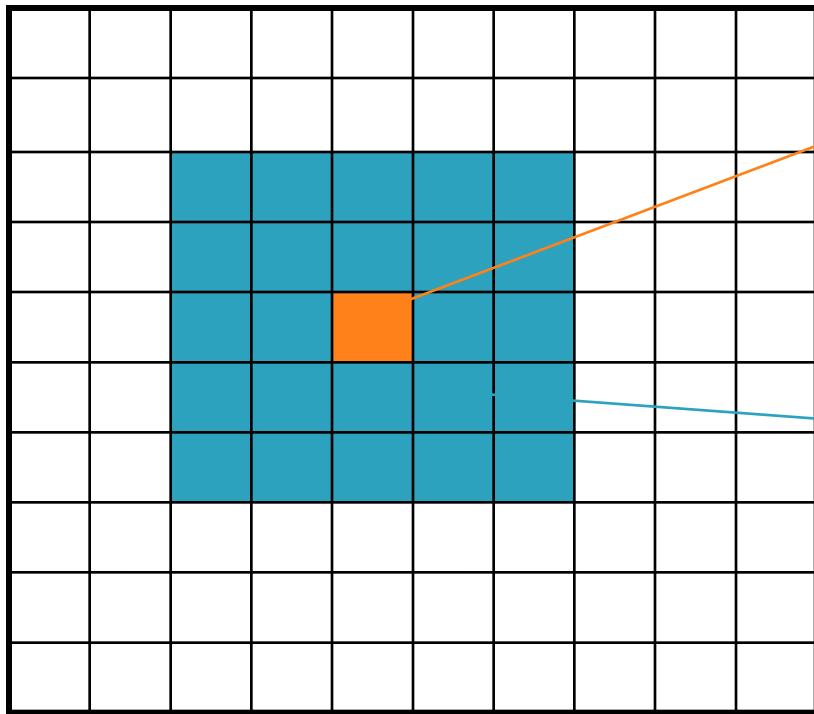
Aras Lokal



Titik yang diolah

Titik tetangga yang
dilibatkan

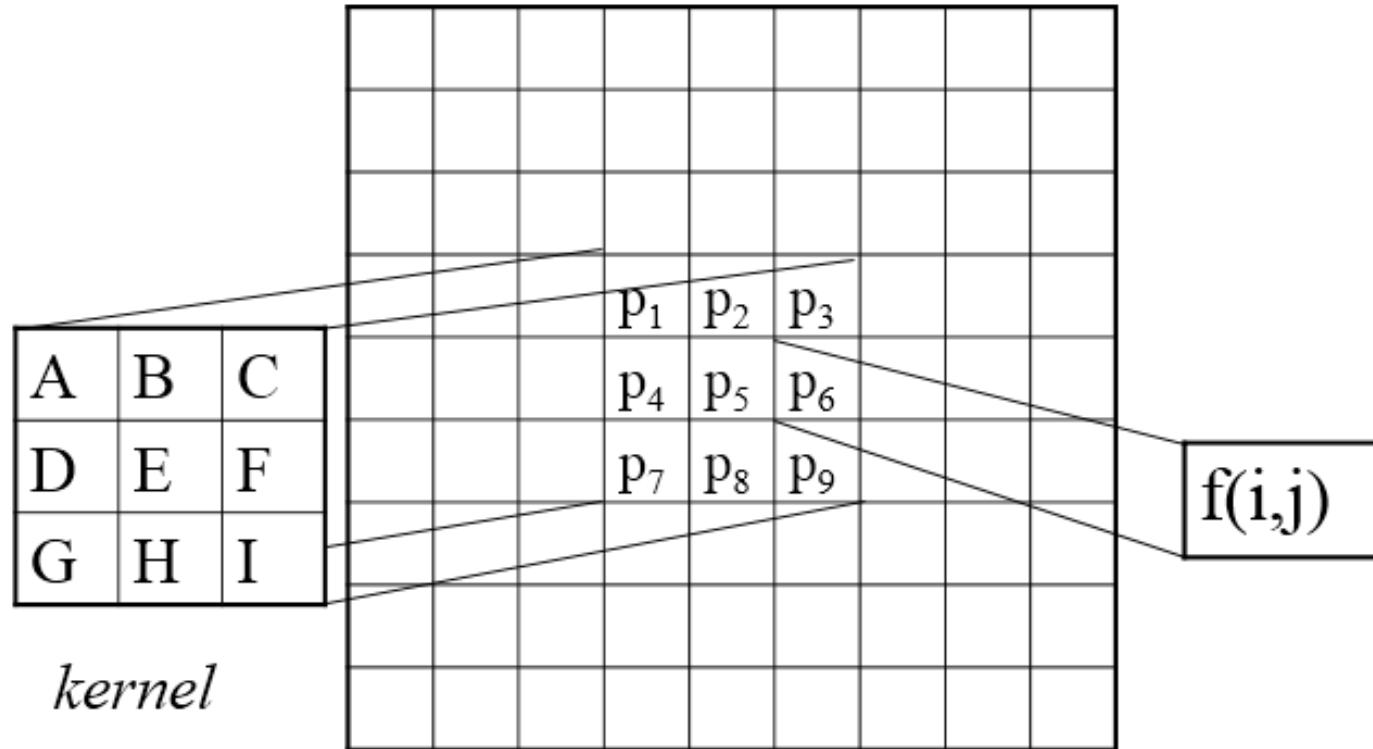
Aras Lokal



Titik yang diolah

Titik tetangga yang
dilibatkan

Ilustrasi proses aras lokal



$$f(i, j) = \underset{citra}{Ap_1 + Bp_2 + Cp_3 + Dp_4 +} \\ Ep_5 + Fp_6 + Gp_7 + Hp_8 + {}^{13}Ip_9$$

Aras Lokal – Contoh Deteksi Tepi

Hasil dari high pass filter :

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

#1

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

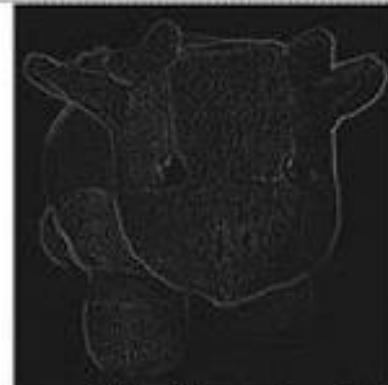
#2

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

#3



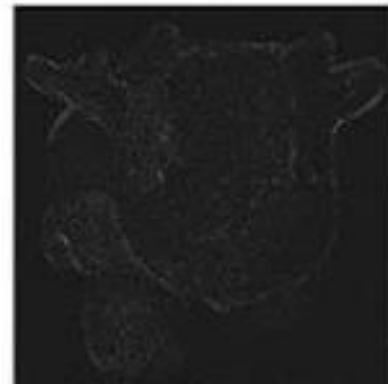
(a) Citra boneka.png



(b) Hasil dengan kernel #1



(c) Hasil dengan kernel #2



(d) Hasil dengan kernel #3

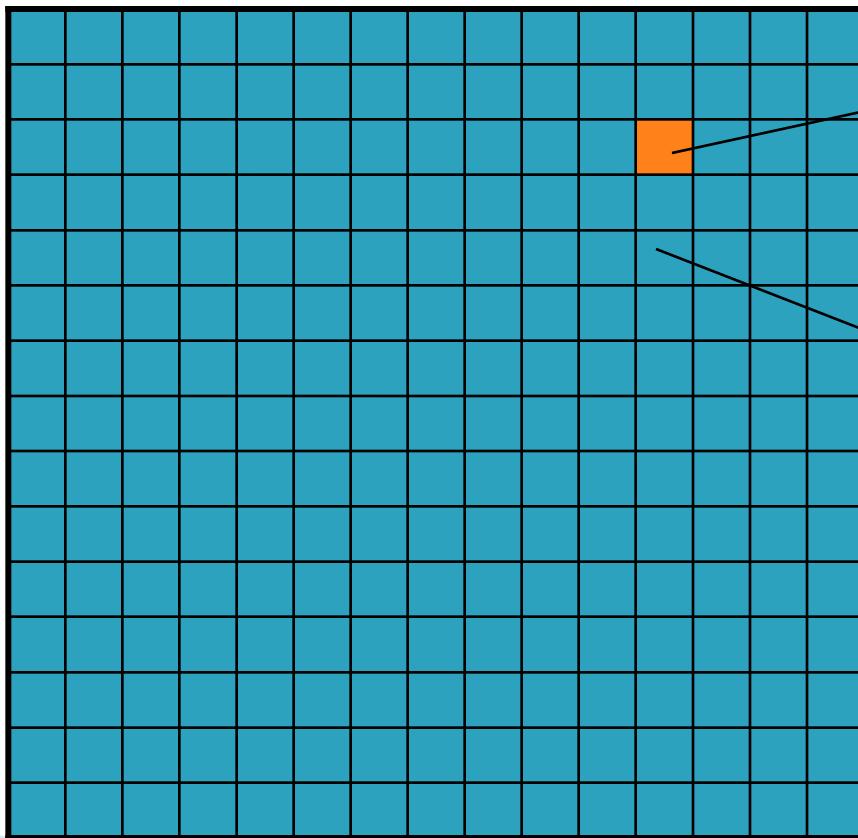
Kernel

Hasil Deteksi Tepi

Aras Global

- ▶ Operasi pada aras global menghasilkan citra keluaran yang intensitasnya tergantung dari intensitas seluruh piksel
- ▶ Contoh: Operasi penyamaan histogram (*histogram equalization*)

Aras Global



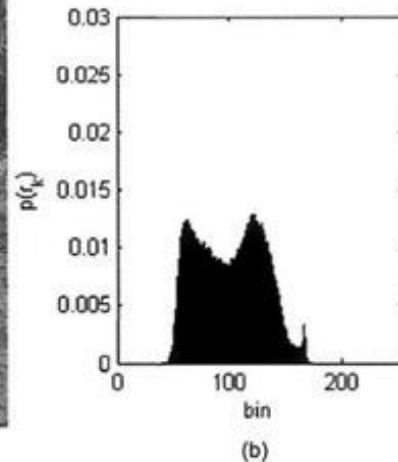
Titik yang diolah

Titik lain yang
dilibatkan

Aras Global – Contoh



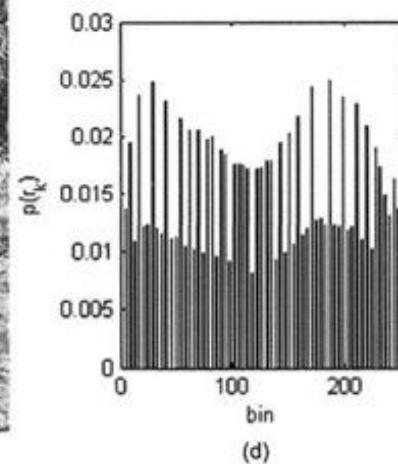
(a)



(b)



(c)



(d)

Citra Asli

Citra Diolah dengan
pemrosesan *Histogram*

Aras Objek

- ▶ Hanya dilakukan pada obyek tertentu di dalam citra
- ▶ Tujuan: untuk mengenali obyek-obyek, berdasarkan rata-rata intensitas, ukuran, bentuk, dan karakteristik lain

Operasi Aritmetika

Jenis Operasi

- ▶ Penjumlahan atau pengurangan dua buah citra A dan B
$$C(x,y) = A(x,y) \pm B(x,y)$$
- ▶ Perkalian dua buah citra
$$C(x,y) = A(x,y)B(x,y)$$
- ▶ Penjumlahan/pengurangan citra dengan skalar
$$C(x,y) = A(x,y) \pm c$$
- ▶ Perkalian/pembagian citra dengan skalar
$$C(x,y) = c \cdot A(x,y)$$

Penjumlahan Dua Buah Citra

- ▶ Persamaan yang digunakan:

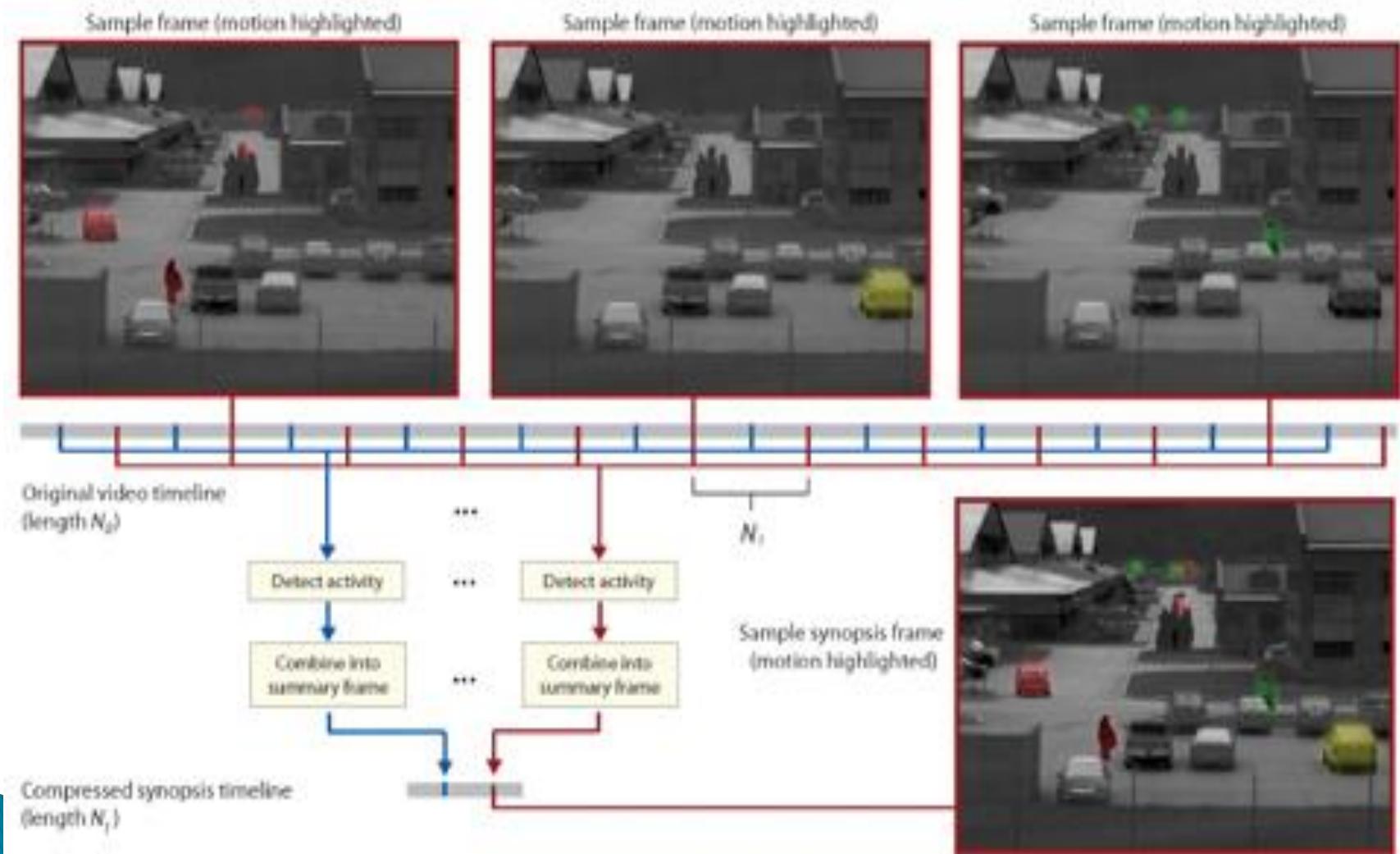
$$C(x,y) = A(x,y) + B(x,y)$$

- ▶ Dengan $C(x,y)$ adalah citra baru yang setiap pikselnya adalah jumlah dari intensitas tiap piksel pada A dan B
- ▶ Jika hasil penjumlahan lebih besar dari 255, maka intensitas dapat dibulatkan menjadi 255

Penjumlahan Dua Buah Citra

- ▶ Sering digunakan untuk penggabungan dua buah citra dan *watermarking* tampak (*visible watermarking*)

Penjumlahan Citra



Pengurangan Dua Buah Citra

- ▶ Persamaan yang digunakan:
$$C(x,y) = A(x,y) - B(x,y)$$
- ▶ Dengan piksel citra C adalah hasil pengurangan intensitas piksel citra A dengan citra B
- ▶ Ada kemungkinan hasil pengurangan menghasilkan nilai negatif → diperlukan proses clipping

Pengurangan Dua Buah Citra

- ▶ Contoh aplikasi:
 - Untuk mendeteksi pergerakan obyek
 - Untuk mendeteksi keamanan pada suatu ruangan
- ▶ Pengurangan citra seringkali digunakan untuk mendeteksi perubahan obyek dalam selang waktu tertentu

Contoh Pengurangan dua buah citra



A



B



citra hasil mendeteksi gerakan :

- ✓ objek paku hitam menunjukkan posisi objek mengalami perpindahan
- ✓ objek paku putih menunjukkan posisi akhir dari objek tersebut

current frame



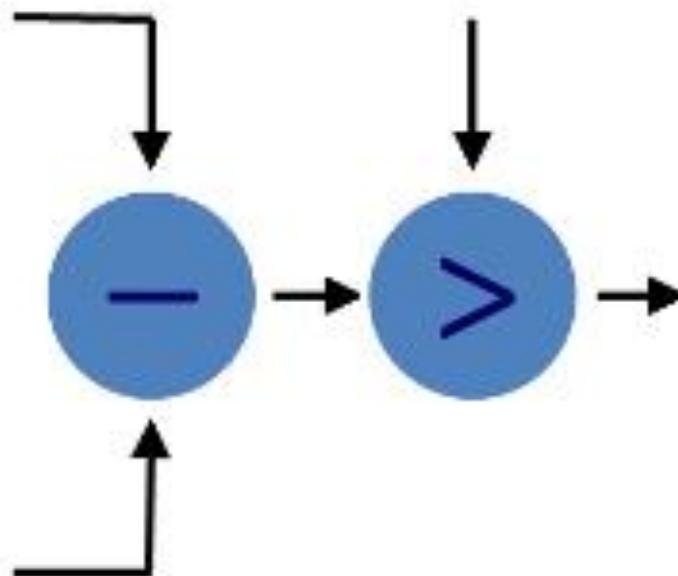
THRESHOLD

T

background model



foreground mask



Perkalian Citra

- ▶ Persamaan yang digunakan adalah
 $C(x,y)=A(x,y)B(x,y)$
- ▶ Perkalian citra sering digunakan untuk mengoreksi ketidaklinearan sensor dengan mengalikan matriks citra dengan matriks koreksi

Perkalian dua buah citra



Penjumlahan/pengurangan Citra dengan Skalar

- ▶ Persamaan yang digunakan:

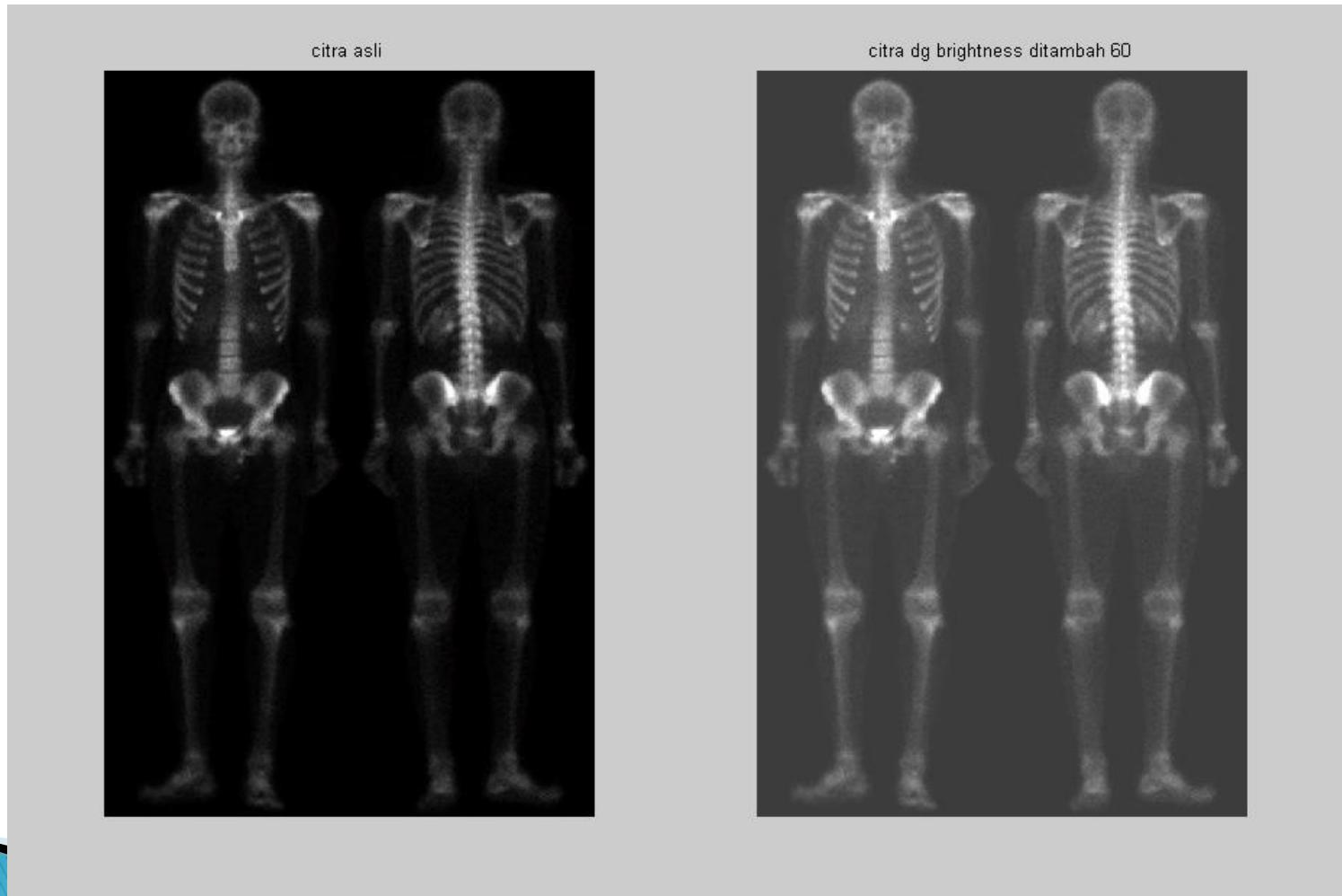
$$C(x,y) = A(x,y) \pm c$$

- ▶ Penjumlahan/pengurangan citra A dengan skalar c adalah menambah setiap piksel di dalam citra dengan sebuah skalar c, dan menghasilkan citra baru C yang intensitasnya lebih terang/gelap dibandingkan dengan citra A

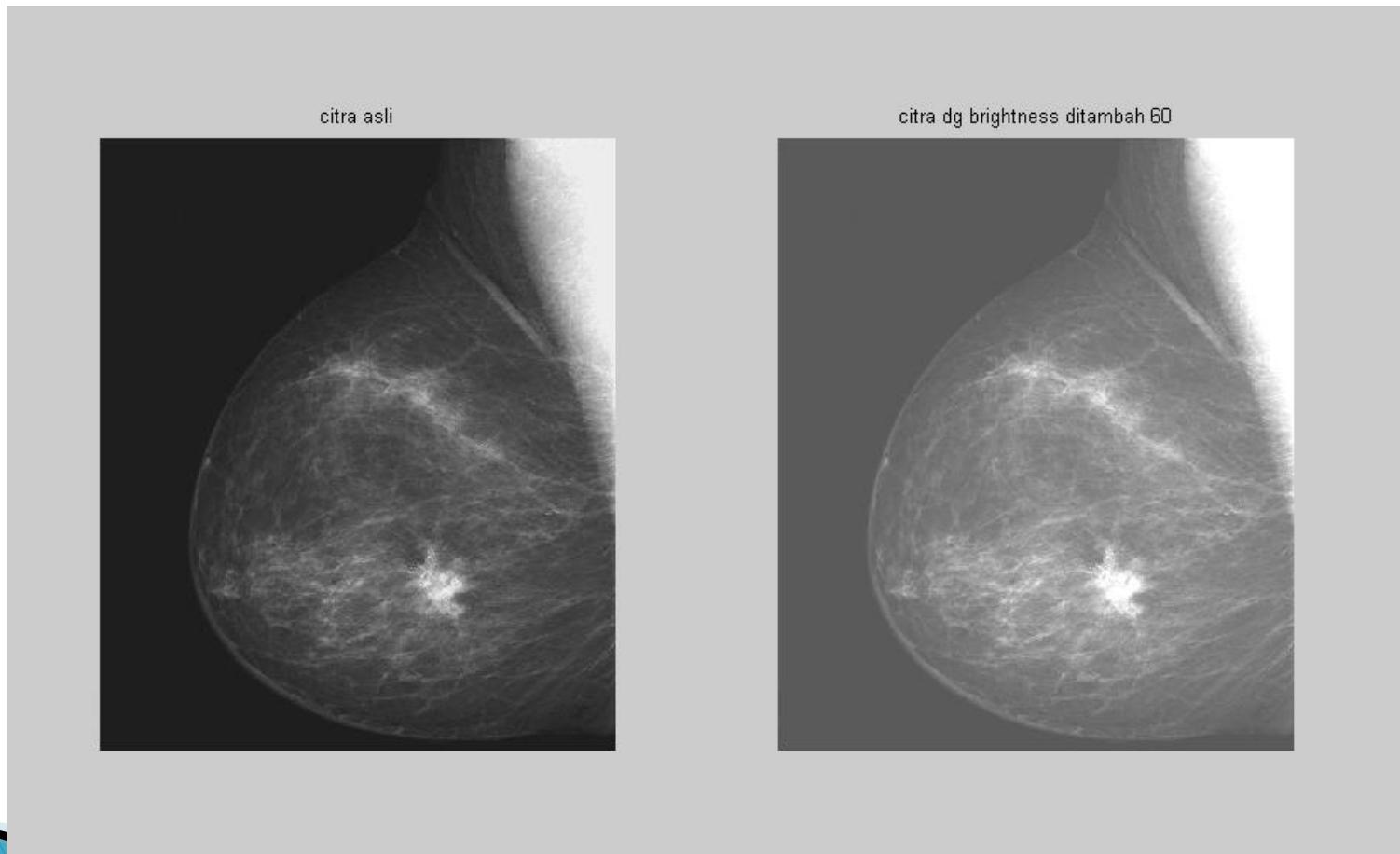
Penjumlahan/pengurangan Citra dengan Skalar

- ▶ Hasil penjumlahan atau pengurangan citra dengan skalar mungkin menghasilkan nilai dengan intensitas negatif atau lebih dari 255, sehingga diperlukan proses *clipping*

Penjumlahan/pengurangan Citra dengan Skalar



Penjumlahan/pengurangan Citra dengan Skalar



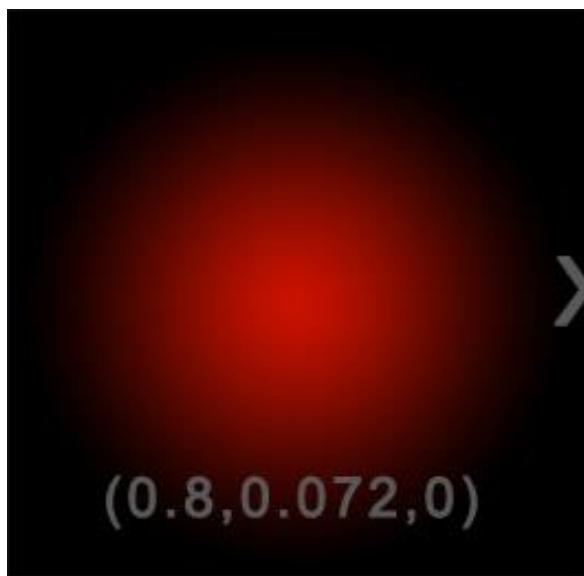
Perkalian/pembagian dengan Skalar

- ▶ Persamaan yang digunakan adalah $C(x,y)=c \cdot A(x,y)$ atau $C(x,y)=A(x,y)/c$
- ▶ Perkalian citra A dengan c akan menghasilkan citra baru C dengan intensitas yang lebih terang dibandingkan dengan citra A
- ▶ Kenaikan sebanding dengan operasi perkalian citra dengan skalar

Perkalian/pembagian dengan Skalar

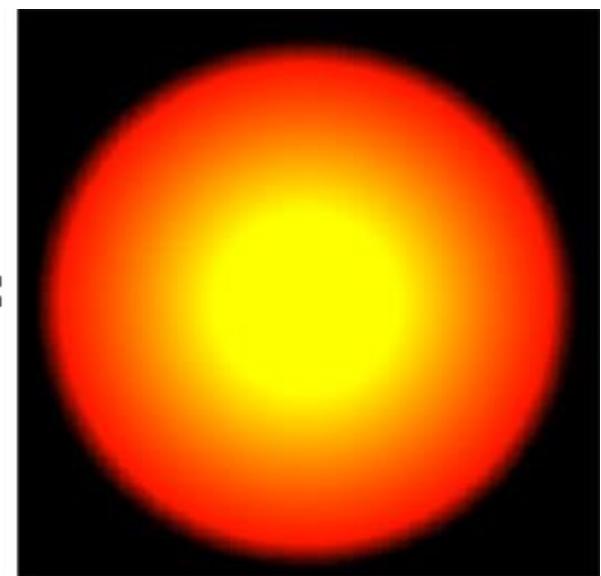
- ▶ Pembagian citra A dengan c akan menghasilkan citra baru C dengan intensitas yang lebih gelap dibandingkan dengan citra A
- ▶ Operasi pembagian citra dengan skalar digunakan untuk normalisasi kecerahan

Perkalian/pembagian dengan Skalar



X

(20) =



Operasi Boolean pada Citra

Operasi Boolean pada Citra

- ▶ Operasi Boolean and

$$C(x,y) = A(x,y) \wedge B(x,y)$$

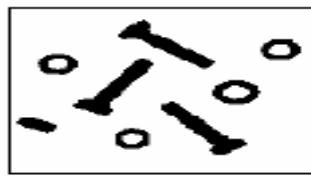
- ▶ Operasi Boolean or

$$C(x,y) = A(x,y) \vee B(x,y)$$

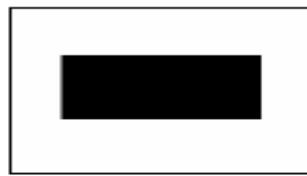
- ▶ Operasi Boolean not

$$C(x,y) = \sim A(x,y)$$

Contoh operasi Boolean pada Citra



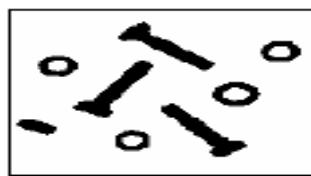
citra A



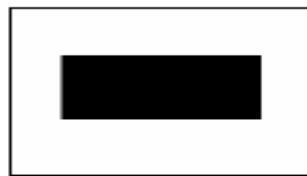
citra B



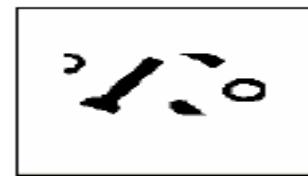
A AND B



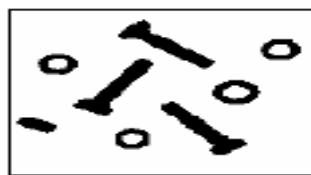
citra A



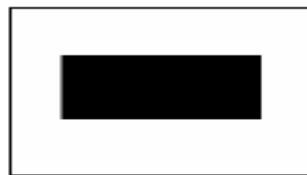
citra B



A OR B



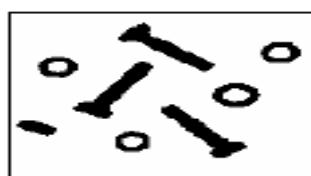
citra A



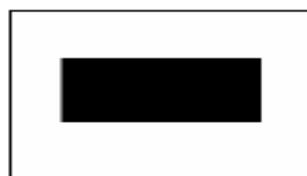
citra B



A XOR B



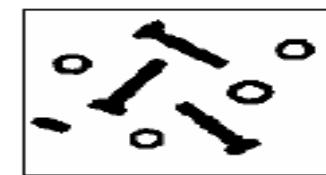
citra A



citra B



A SUB B



citra A



NOT A

Operasi Geometri Citra

- ▶ Koordinat piksel berubah akibat transformasi, sedangkan intensitasnya tetap
- ▶ Contoh: operasi translasi, rotasi, penskalaan, dan pencerminan citra (*flipping*)

Operasi Geometri Citra – Translasi

- ▶ Translasi dilakukan berdasar rumus:

$$x' = x + m$$

$$y' = y + m$$

- ▶ m adalah besarnya pergeseran dalam arah x , sedangkan n adalah besarnya pergeseran dalam arah y

Operasi Geometri Citra – Translasi

- ▶ Jika citra semula adalah A, dan citra hasil translasi adalah B, maka translasi dapat dilakukan sbb:
- ▶ $B(x,y) = A(x+m, y+n)$

Operasi Geometri Citra – Rotasi

- ▶ Rotasi dilakukan dengan persamaan:
 $x' = x \cos(\theta) - y \sin(\theta)$
 $y' = x \sin(\theta) + y \cos(\theta)$
- ▶ Dalam hal ini, θ adalah sudut rotasi berlawanan dengan arah jarum jam

Operasi Geometri Citra – Rotasi

- ▶ Jika citra semula adalah A, dan citra hasil rotasi adalah B, maka rotasi citra dari A ke B:

$$A(x,y) = B(x \cos(\theta) - y \sin(\theta), x \sin(\theta) + y \cos(\theta))$$

Operasi Geometri Citra – Penskalaan Citra

- ▶ Penskalaan citra/image zooming: pengubahan ukuran citra (pembesaran/zoom out atau pengecilan /zoom in)
- ▶ Rumus penskalaan citra:

$$x' = s_x \cdot x$$

$$y' = s_y \cdot y$$

Operasi Geometri Citra – Penskalaan Citra

- ▶ s_x dan s_y adalah faktor penyekalaan, masing-masing dalam arah x dan y
- ▶ Jika citra semula adalah A dan citra hasil penyekalaan adalah B, maka penyekalaan citra dinyatakan sebagai:
- ▶ $B(x',y')=B(s_x \cdot x, s_y \cdot y)=A(x,y)$

PENSKALAAN (SCALING)

- ✓ Operasi penskalaan (scaling) dimaksudkan untuk memperbesar (*zoom-in*) atau memperkecil (*zoom-out*) citra.
 ↗ > 1 , memperbesar citra asli

Nilai skala

< 1 , memperkecil citra asli

Rumus yg dipakai :

$$x' = Sh x$$

$$y' = Sv y$$

Keterangan :

Sh = faktor skala horisontal

Sv = faktor skala vertikal
 asli

Ukuran citra juga berubah menjadi :

$$w' = Sh w$$

$$h' = Sv h$$

- ✓ Operasi zoom in dengan faktor 2 ($Sh=Sv=2$) menyalin setiap piksel sebanyak 4 kali, jadi citra 2×2 piksel menjadi 4×4 piksel

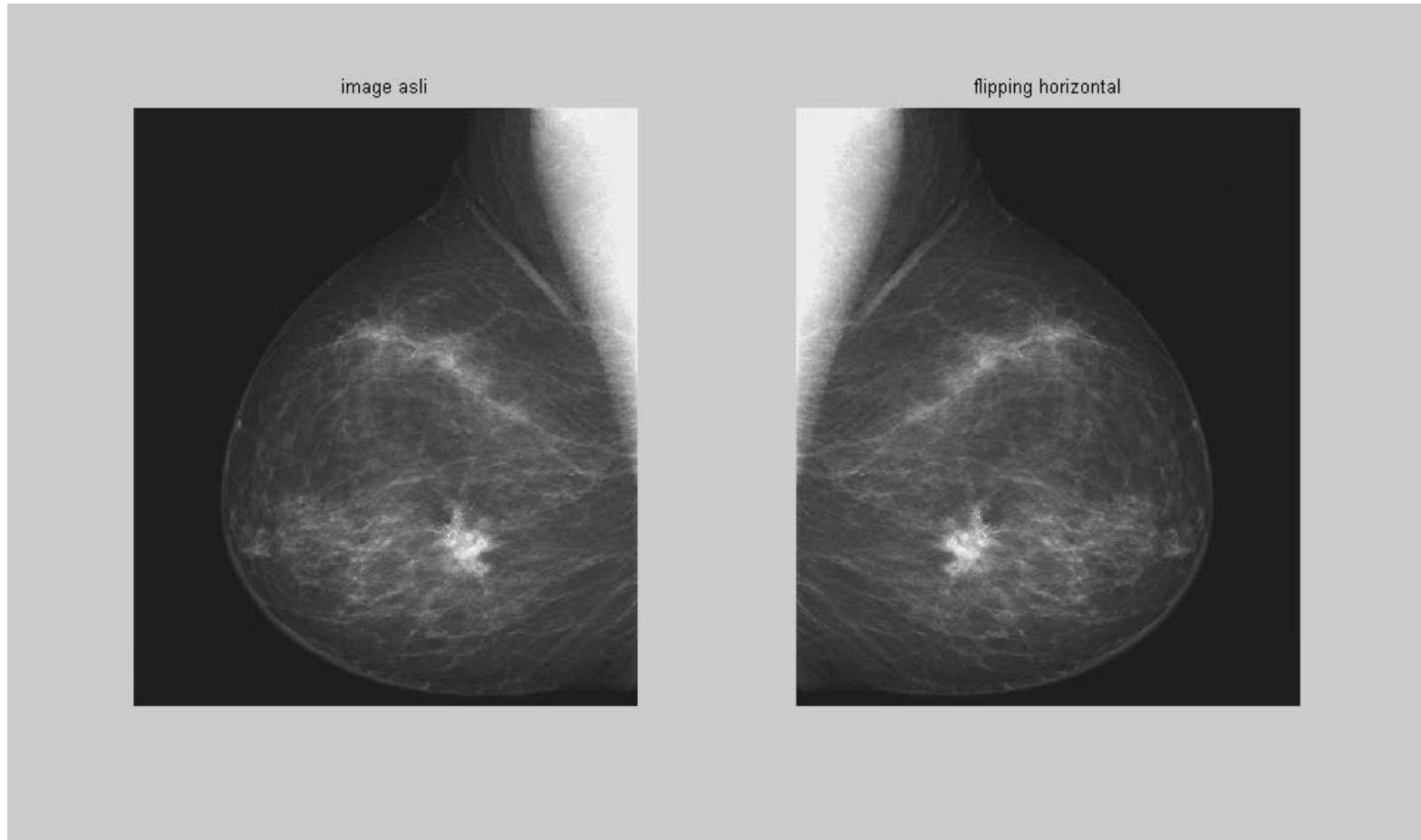
$$Sh = 1 \quad Sv = 2$$



Operasi Geometri Citra - Flipping

- ▶ Adalah operasi geometri yang sama dengan pencerminan
- ▶ Dua macam flipping:
 - Horisontal
 - Adalah pencerminan terhadap sumbu Y
 - $B(x,y)=A(N-x,y)$
 - Vertikal
 - Adalah pencerminan terhadap sumbu X
 - $B(x,y)=A(x,M-y)$

Operasi Geometri Citra – Flip Horisontal

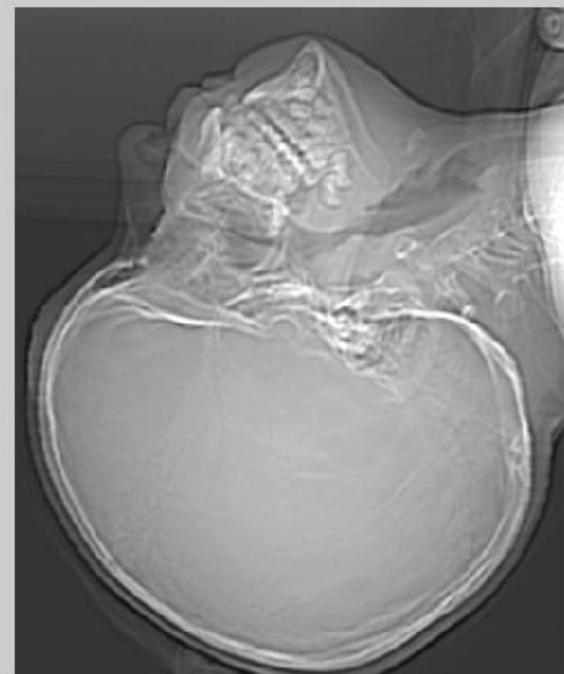


Operasi Geometri Citra – Flip Vertikal

image asli



flipping vertikal



Operasi Geometri Citra – Pencerminan Terhadap Titik Asal

- ▶ Persamaan yang digunakan adalah
 $B(x,y)=A(N-x, M-y)$
- ▶ Dengan N adalah jumlah kolom citra, dan M adalah jumlah baris citra

PEMOTONGAN (*CROPPING*)

Adalah pengolahan citra dengan kegiatan memotong satu bagian dari citra.

Rumus yang digunakan :

$$x' = x - xL \text{ untuk } x = xL \text{ sampai } xR$$

$$y' = y - yT \text{ untuk } y = yT \text{ sampai } yB$$

(xL, yT) dan (xR, yB) adalah koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah citra yang akan di-crop

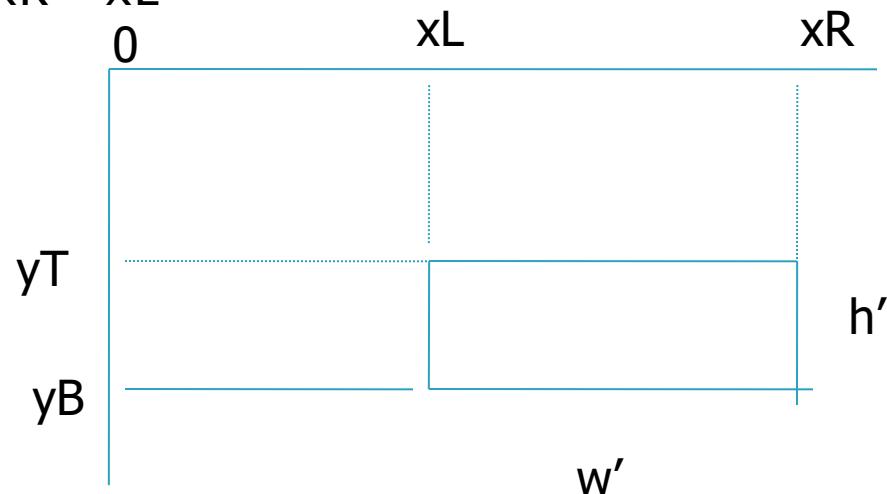
Ukuran citra menjadi : $w' = xR - xL$

$$h' = yB - YT$$

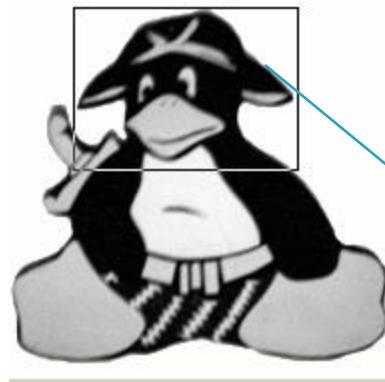
Ukuran citra menjadi

$$w' = xR - xL$$

$$h' = yB - YT$$



Cont Cropping



Citra Hasil Cropping

Citra di crop